DOCUMENT RESUME

ED 388 498 SE 056 504

TITLE	Science 20-30: Program of Studies.
INSTITUTION	Alberta Dept. of Education, Edmonton. Curriculum Branch.
PUB DATE	31 May 94
NOTE	179p.; For related documents, see SE 056 501-503 and SE 056 532.
PUB TYPE	Guides - Classroom Use - Teaching Guides (For Teacher) (052) -- Multilingual/Bilingual Materials (171)
LANGUAGE	English; French
EDRS PRICE	MF01/PC08 Plus Postage.
DESCRIPTORS	Biology; Chemistry; Earth Science; Energy; Environment; Foreign Countries; High Schools; *Interdisciplinary Approach; Physics; *Science and Society; *Science Curriculum; Science Education; *Student Centered Curriculum
IDENTIFIERS	Alberta

ABSTRACT

Presented in both English and French, Science 20-30 is an integrated academic program in Alberta, Canada that helps students better understand and apply fundamental concepts and skills common to biology, chemistry, physics, and the Earth sciences. The major goals of the program are: (1) to develop in students an understanding of the interconnecting ideas and principles that transcend and unify the natural science disciplines; (2) to provide students with an enhanced understanding of the scientific world view, inquiry, and enterprise; (3) to help students attain the level of scientific awareness essential for all citizens in a scientifically literate society; (4) to help students make informed decisions about further studies and careers in science; and (5) to provide students with opportunities for acquiring knowledge, skills and attitudes that contribute to personal development. This booklet includes information on general and specific learner expectations and units on: the changing earth, changes in living systems, chemical changes, changes in motion, living systems respond to their environment, chemistry in the environment, electromagnetic energy, and energy and the environment. Each unit outlines the major themes, concepts, and the understanding, skills, and interrelationships among science, technology, and society that students should be able to demonstrate. (JRH)

****
* Reproductions supplied by EDRS are the best that can be made *
* from the original document. *
****

ED 388 498

Science 20–30
Program of Studies

"PERMISSION TO REPRODUCE THIS MATERIAL HAS BEEN GRANTED BY

Christina Andrews

TO THE EDUCATIONAL RESOURCES INFORMATION CENTER (ERIC)"

U.S. DEPARTMENT OF EDUCATION
Office of Educational Research and Improvement
EDUCATIONAL RESOURCES INFORMATION CENTER (ERIC)

☑ This document has been reproduced as received from the person or organization originating it.

☐ Minor changes have been made to improve reproduction quality.

• Points of view or opinions stated in this document do not necessarily represent official OERI position or policy

Curriculum Standards Branch
Interim
May 31, 1994

Alberta
EDUCATION

BEST COPY AVAILABLE

SCIENCE

VISION STATEMENT: SENIOR HIGH SCIENCE PROGRAMS

The senior high science programs will help all students attain the scientific awareness needed to function as effective members of society. Students will be able to pursue further studies and careers in science, and come to a better understanding of themselves and the world around them. The same framework was used for the development of all the senior high science programs, including Science 10, Biology 20–30, Chemistry 20–30, Physics 20–30 and Science 20–30. The expected student knowledge, skills and attitudes are approached from a common philosophical position in each science course.

In the senior high science programs, students focus on learning the big interconnecting ideas and principles. These ideas, or major themes, originate from science knowledge that transcends and unifies the natural science disciplines. These themes include change, diversity, energy, equilibrium, matter and systems; the process by which scientific knowledge is developed, including the role of experimental evidence; and the connections among science, technology and society. In addition to forming a framework for the curriculum, these ideas provide continuity with the junior high program and build on students' previous learning.

The senior high science programs place an increased emphasis on developing methods of inquiry that characterize the study of science. For example, students will further their ability to ask questions, investigate and experiment; gather, analyze and assess scientific information; and test scientific principles and their applications. They will develop their problem-solving ability and use technology. By providing students with opportunities to develop and apply these skills, they will better understand the knowledge they have acquired.

Students will be expected to show an appreciation for the roles of science and technology in understanding nature. They will possess enthusiasm and positive attitudes toward science and maintain a lifelong interest in science.

The learning context is an integral part of the senior high science programs. It will foster the expected attitudes in students, further the development of students' skills and increase students' understanding of science knowledge, science process, and the connections among science, technology and society. The context for learning will be relevant so students will experience science as interesting and dynamic. Learning opportunities will be made meaningful by providing concrete experiences that students can relate to their world.

The senior high science programs place students at the centre. Students are active learners and will assume increased responsibility for their learning. They will appreciate the value of teamwork and make a positive contribution when working with others to solve problems and complete tasks.

SCIENCE 20–30

A. PROGRAM RATIONALE AND PHILOSOPHY

Science by its very nature is interesting, exciting and dynamic. Through the study of science, learners are given an opportunity to explore and understand the natural world and to become aware of the profound influence of science in their lives. Learning is facilitated by relating the study of science to what the learners already know, deem personally useful and consider relevant. Learning proceeds best when it originates from a base of concrete experiences presenting an authentic view of science. In Science 20–30, students learn science in relevant contexts and engage in meaningful activities. This facilitates the transfer of knowledge to new contexts. Students are encouraged to participate in lifelong learning about science and to appreciate it as an endeavour with practical impact on their own lives and on society as a whole.

Science is an experimental discipline requiring creativity and imagination. Methods of inquiry characterize its study. In Science 20–30, students further develop their ability to ask questions, investigate and experiment; to gather, analyze and assess scientific information; and to test scientific laws and principles and their applications. In the process, students exercise their creativity and develop their critical thinking skills. Through experimentation, problem-solving activities and independent study, students develop an understanding of the processes by which scientific knowledge evolves.

The Science 20–30 program places students at the centre. Students are active learners and will assume increased responsibility for their learning as they work through the program. A thorough study of science is required to give students an understanding that encourages them to make appropriate applications of scientific concepts to their daily lives and prepares them for future studies in science. Students are expected to participate actively in their own learning. An emphasis on the key concepts and principles of science provides students with a more unified view of the sciences and a greater awareness of the connections among them.

These science learnings will take varying amounts of time to acquire, depending on the individual learning styles and abilities of students. While each course is designed for approximately 125 hours, instructional time can be modified to meet the individual needs of students. Some students will require more than 125 hours, while others will require less.

GOALS

The major goals of the Science 20–30 program are:

- to develop in students an understanding of the interconnecting ideas and principles that transcend and unify the natural science disciplines
- to provide students with an enhanced understanding of the scientific world view, inquiry and enterprise

- to help students attain the level of scientific awareness essential for all citizens in a scientifically literate society

- to help students make informed decisions about further studies and careers in science

- to provide students with opportunities for acquiring knowledge, skills and attitudes that contribute to personal development.

Science 20–30 is an integrated academic program that helps students better understand and apply fundamental concepts and skills common to biology, chemistry, physics and the Earth sciences. The focus is on helping students understand the scientific principles behind the natural events they experience and the technology they use in their daily lives. The program encourages enthusiasm for the scientific enterprise and develops positive attitudes about science as an interesting human activity with personal meaning. It develops in students the knowledge, skills and attitudes to help them become capable of, and committed to, setting goals, making informed choices and acting in ways that will improve their own lives and life in their communities.

B. GENERAL LEARNER EXPECTATIONS

The general learner expectations outline the many facets of scientific awareness and serve as the foundation for the specific learner expectations covered in section C. The general learner expectations are developed in two categories: *program* expectations and *course* expectations.

PROGRAM GENERAL LEARNER EXPECTATIONS

The *program* general learner expectations are broad statements of science attitudes, knowledge, skills and science, technology and society (STS) connections that students are expected to achieve in all of the senior high school science programs. These *program* general learner expectations are further refined through the *course* general learner expectations and then developed in specific detail through the study of individual units in each of Science 20 and Science 30. All expectations follow a progression from Science 10 through to Science 30, and though listed separately, are meant to be developed in conjunction with one another, within a context.

ATTITUDES

Students will be encouraged to develop:

- enthusiasm for, and a continuing interest in, science
- affective attributes of scientists at work; such as, respect for evidence, tolerance of uncertainty, intellectual honesty, creativity, perseverance, cooperation, curiosity and a desire to understand
- positive attitudes toward scientific skills involving mathematics, problem solving and process skills
- open-mindedness and respect for the points of view of others
- sensitivity to the living and nonliving environment
- appreciation of the roles of science and technology in our understanding of the natural world.

KNOWLEDGE

Science Themes

Students will be expected to demonstrate an understanding of themes that transcend the discipline boundaries, and show the unity among the natural sciences, including:

- Change: how all natural entities are modified over time, how the direction of change might be predicted and, in some instances, how change can be controlled
- Diversity: the array of living and nonliving forms of matter and the procedures used to understand, classify and distinguish those forms on the basis of recurring patterns
- Energy: the capacity for doing work that drives much of what takes place in the Universe through its variety of interconvertible forms
- Equilibrium: the state in which opposing forces or processes balance in a static or dynamic way
- Matter: the constituent parts, and the variety of states of the material in the physical world
- Systems: the interrelated groups of things or events that can be defined by their boundaries and, in some instances, by their inputs and outputs.

SKILLS

Students will be expected to develop an ability to use thinking processes associated with the practice of science for understanding and exploring natural phenomena, problem solving and decision making. Students will also be expected to use teamwork, respect the points of view of others, make reasonable compromises, contribute ideas and effort, and lead when appropriate to achieve the best results. These processes involve many skills that are to be developed within the context of the program content.

The skills framework presented here assumes that thinking processes often begin with an unresolved problem or issue, or an unanswered question. The problem, issue or question is usually defined and hypotheses formulated before information gathering can begin. At certain points in the process, the information needs to be organized and analyzed. Additional ideas may be generated—for example, by prediction or inference—and these new ideas, when incorporated into previous learning, can create a new knowledge structure. Eventually, an outcome, such as a solution, an answer or a decision is reached. Finally, criteria are established to judge ideas and information in order to assess both the problem-solving process and its outcomes.

The following skills are not intended to be developed sequentially or separately. Effective thinking appears to be nonlinear and recursive. Students should be able to access skills and strategies flexibly; select and use a skill, process or technology that is appropriate to the task, and monitor, modify or replace it with a more effective strategy.

- Initiating and Planning
  - identify and clearly state the problem or issue to be investigated
  - differentiate between relevant and irrelevant data or information
  - assemble and record background information
  - identify all variables and controls
  - identify materials and apparatus required
  - formulate questions, hypotheses and/or predictions to guide research
  - design and/or describe a plan for research, or to solve a problem
  - prepare required observation charts or diagrams, and carry out preliminary calculations
- Collecting and Recording
  - carry out the procedure and modify, if necessary
  - organize and correctly use apparatus and materials to collect reliable data
  - observe, gather and record data or information accurately according to safety regulations; e.g., Workplace Hazardous Materials Information System (WHMIS), and environmental considerations
- Organizing and Communicating
  - organize and present data (themes, groups, tables, graphs, flow charts and Venn diagrams) in a concise and effective form
  - communicate data more effectively, using mathematical and statistical calculations, where necessary
  - express measured and calculated quantities to the appropriate number of significant digits, using SI notation for all quantities
  - communicate findings of investigations in a clearly written report
- Analyzing
  - analyze data or information for trends, patterns, relationships, reliability and accuracy
  - identify and discuss sources of error and their affect on results
  - identify assumptions, attributes, biases, claims or reasons
  - identify main ideas
- Connecting, Synthesizing and Integrating
  - predict from data or information, and determine whether or not these data verify or falsify the hypothesis and/or prediction

- formulate further testable hypotheses supported by the knowledge and understanding generated
- identify further problems or issues to be investigated
- identify alternative courses of action, experimental designs, and solutions to problems for consideration
- propose and explain interpretations or conclusions
- develop theoretical explanations
- relate the data or information to laws, principles, models or theories identified in background information
- propose solutions to a problem being investigated
- summarize and communicate findings
- decide on a course of action

- Evaluating the Process or Outcomes

  - establish criteria to judge data or information
  - consider consequences and biases, assumptions and perspectives
  - identify limitations of the data or information, and interpretations or conclusions, as a result of the experimental/research/project/design process or method used
  - evaluate and suggest alternatives and consider improvements to the experimental technique and design, the decision-making or the problem-solving process
  - evaluate and assess ideas, information and alternatives

CONNECTIONS AMONG SCIENCE, TECHNOLOGY AND SOCIETY

Science, Technology and Society (STS)

Students will be expected to demonstrate an understanding of the processes by which scientific knowledge is developed, and of the interrelationships among science, technology and society, including:

- the central role of evidence in the accumulation of knowledge, and the way in which proposed theories may be supported, modified or refuted
- the inability of science to provide complete answers to all questions
- the functioning of products or processes based on scientific principles
- the ways in which science advances technology and technology advances science
- the use of technology to solve practical problems
- the limitations of scientific knowledge and technology
- the influence of the needs, interests and financial support of society on scientific and technological research
- the ability and responsibility of society, through science and technology, to protect the environment and use natural resources judiciously to ensure quality of life for future generations.

FURTHER READING

For a more detailed discussion on how to integrate thinking and research skills into the science classroom, refer to the Alberta Education publications: *Teaching Thinking: Enhancing Learning*, 1990 and *Focus on Research: A Guide to Developing Students' Research Skills*, 1990.

For further reading on integrating science, technology and society into the classroom, refer to the Alberta Education publication: *STS Science Education: Unifying the Goals of Science Education*, 1990.

COURSE GENERAL LEARNER EXPECTATIONS

The *course* general learner expectations are specific to each of Science 20 and Science 30 providing a bridge between the *program* general learner expectations and the specific learner expectations for each unit of study.

The attitudes expectations refer to those predispositions that are to be fostered in students. These expectations encompass attitudes toward science, the role of science and technology, and the contributions of science and technology toward society. The knowledge

expectations are the major science concepts in each course. The skills expectations refer to the thinking processes and abilities associated with the practice of science, including understanding and exploring natural phenomena, and problem solving. The connections among science, technology and society expectations focus on the processes by which scientific knowledge is developed and on the interrelationships among science, technology and society.

The last *course* expectation links together the study of science, careers, everyday life and subsequent studies.

Although itemized separately, the knowledge, skills and STS connections are meant to be developed together within one or more of the contexts listed.

Science 20–30

Attitudes

Students will be encouraged to:

- appreciate the role of empirical evidence and models in science, and accept the uncertainty in explanations and interpretations of observed phenomena
- value the curiosity, openness to new ideas, creativity, perseverance and cooperative hard work required of scientists, and strive to develop these same personal characteristics
- appreciate the role of science and technology in advancing our understanding of the natural world, be open-minded and respectful of other points of view when evaluating scientific information and its applications, and appreciate that the application of science and technology by humankind can have both beneficial and harmful effects and can cause ethical dilemmas
- show a continuing interest in science, appreciate the need for computational competence, problem-solving and process skills when doing science, and value accuracy and honesty when communicating the results of problems and investigations
- appreciate the contributions of the various science disciplines and mathematics to our understanding of the natural world, and appreciate the multidimensional nature of issues arising from the interrelationships among science, technology and society.

Science 20

Students will be able to:

Knowledge

- explain how energy and matter are transferred in physical and biogeochemical changes and cycles; and predict energy transfer and movement of matter on the Earth's surface, between components in ecosystems, and in electrochemical systems
- relate and apply, quantitatively, Newton's laws to linear and circular motion of objects and systems; and apply the principle of conservation of linear momentum to one-dimensional interactions and technologies involving motion
- describe, by citing both direct and indirect evidence, how ongoing changes in Earth's crust are explained by the theory of plate tectonics, and how ongoing changes in the biosphere are explained by paleontology
- differentiate among electrolytes, non-electrolytes, acids and bases, oxidation and reduction; and identify common ions on the basis of properties, and explain the application of these properties to relevant chemical changes or processes
- apply stoichiometric methods to predict amounts of products and reactants; and calculate concentrations and volume of solutions, and mass of solute, in a variety of relevant chemical changes or processes
- name and provide structural formulas for common hydrocarbons; and classify important hydrocarbon reactions used to produce commercial and petrochemical products

Skills

- perform investigations and tasks of their own and others' design that have a few variables and yield direct or indirect evidence; and provide explanations based upon scientific theories and concepts

- collect, verify and organize data into tables of their own design, and graphs and diagrams of others' design, using written and symbolic forms; and describe findings or relationships, using scientific vocabulary, notation, theories and models

- analyze and interpret data that yield straight-line graphs; and use appropriate SI notation, fundamental and derived units, and formulas; and calculate slopes of, and areas under, straight-line graphs

- use mathematical language of ratio and proportion, simple equations, one-dimensional vector addition and subtraction, gravimetric stoichiometry, and unit analysis to solve single- and multi-step problems; and to communicate scientific relationships and concepts

Connections Among Science, Technology and Society

- apply cause and effect reasoning to formulate simple relationships for a given instance in which scientific evidence shapes or refutes a theory; and describe the limitations of science and technology in answering all questions and solving all problems, using appropriate and relevant examples

- describe and explain the design and function of technological solutions to practical problems, using scientific principles; and relate the ways in which science and technology advance one another, using appropriate and relevant examples

- explain for a given instance how science and technology are influenced and supported by society, and the responsibility of society, through science and technology, to protect the environment and use natural resources wisely

- identify subject-related careers and apply the skills and knowledge acquired in Science 20 to everyday life and to related and new concepts in subsequent studies of science.

Science 30

Students will be able to:

Knowledge

- describe the structure, function and regulatory mechanisms of the circulatory, immune and nervous systems that enable the human organism to exchange energy and matter and interact with the environment; and describe the effects of matter, such as acids, bases and organic compounds in the environment, on living systems

- investigate and describe the application of the properties of light and other electromagnetic radiation in communications, medical technologies and as indirect evidence of stellar evolution, black holes, an expanding universe and atomic structure

- explain how solar energy is stored and/or converted to other useful forms of energy in the biosphere and how mass is converted to energy; and predict, quantitatively, the heats of combustion for various fuels; and compare amounts of energy produced in nuclear, chemical and physical changes; and determine the mass energy equivalency for hydrogen fusion

- describe field theory, compare and contrast electric, magnetic and gravitational fields; and explain the relevant applications in energy transfer technologies, telecommunications, and common electrical devices

- apply ratio, probability and the principles of heredity to predict inheritance patterns; and explain chromosome behaviour during mitosis, meiosis, and human gametogenesis and fertilization; and describe the molecular structure and function of DNA; and explain the hereditary basis of genetic diseases and disorders in humans

- use scientific concepts to differentiate acids from bases; and classify organic compounds and identify their properties based upon the functional groups present; and describe how these compounds are used to produce useful substances; and investigate the environmental issues related to their use and production

Skills

- perform and evaluate investigations and tasks of their own and others' design that have multiple variables and yield direct or indirect evidence; and provide explanations and interpretations, using scientific theories and concepts

- collect, verify and organize data into tables, graphs and diagrams of their own design, using written and symbolic forms; and describe findings or relationships and make predictions, using scientific vocabulary, notation, theories and models

- analyze, interpret and evaluate data that yield straight- and curved-lined graphs; and use appropriate SI notation, fundamental and derived units, and formulas; and calculate and analyze the slopes of, and areas under, straight-line graphs

- use mathematical language of ratio and proportion, equations, simple probability, gravimetric and volume stoichiometry, and unit analysis to solve single- and multi-step problems; and communicate scientific relationships and concepts

Connections Among Science, Technology and Society

- apply cause and effect reasoning to formulate relationships for a range of instances in which scientific evidence shapes or refutes a theory; and explain the limitations of science and technology in answering all questions and solving all problems, using appropriate and relevant examples

- describe and evaluate the design and function of technological solutions to practical problems, using scientific principles or theories; and relate the ways in which science and technology advance one another, using appropriate and relevant examples

- explain and evaluate for a given instance, and from a variety of given perspectives, how science and technology are influenced and supported by society; and assess the ability and responsibility of society, through science and technology, to protect the environment and use natural resources wisely

- identify subject-related careers and apply the skills and knowledge acquired in Science 30 to everyday life and to related and new concepts in post-secondary studies of science.

C. SPECIFIC LEARNER EXPECTATIONS

LEARNING CYCLE

The specific learner expectations consist of the knowledge, skills and attitudes that are to be addressed in Science 20–30. The use of the learning cycle allows students to progress from:

- an introduction framing the lesson in an STS connection relevant to the lives of the learners, and makes connections between past and present learning experiences, as well as anticipates activities to focus students' thinking on the learning outcomes of the activity, to
- the experiential exploration of new content that provides students with a common base of experiences within which they identify and develop key concepts, processes and skills, through
- a hypothesis-building phase where concepts are developed to describe a particular aspect of their experiential exploration, and opportunities are provided to communicate their conceptual understanding, or demonstrate their skills or behaviours, to
- an elaboration phase that extends understanding of key concepts and allows further opportunities to practise desired skills and problem-solving strategies, to
- an application phase where the hypotheses, vocabulary and patterns previously developed are applied to new situations and related to key concepts and principles of science, to
- a final evaluation of the significance of the new learning in an STS context to assess their understanding and abilities, and provide opportunities for teachers to evaluate student progress toward achieving the curriculum standards.

In science, students examine phenomena in a variety of topics to show the relationships among the sciences. Wherever possible, examples should be framed in the context of the learners' own experiences to enable them to make the connections between scientific knowledge and the society around them, the technology that societies have developed, and the nature of science itself.

PROGRAM OVERVIEW

The Science 20–30 program emphasizes the science themes: *change, diversity, energy, equilibrium, matter* and *systems* as they relate to science. These themes provide a means of showing the connections among the scientific disciplines, and provide a framework for teachers to show students how individual sections of the program relate to the big ideas of science.

In addition to developing a solid understanding of fundamental science concepts and principles, Science 20–30 has the goal of educating students about the nature of science and technology, and the interaction between science and technology. Students must be aware of the tremendous impact of science and associated technology on society, but at the same time they must be aware of the roles and limitations of the sciences and technology in problem solving in a societal context.

SCIENCE 20

Change is the theme common to all the units in Science 20. Analysis of *change* is essential for understanding what is happening and for predicting what will happen; and control of *change* is essential for the design of technological *systems*. The principles of conservation of mass, *energy* and momentum help to predict and explain the *changes* that occur in a closed *system*.

The major concepts allow connections to be drawn among the four units of the course and among all eight units in the two courses in the program.

Science 20 consists of four units of study:

Unit 1: The Changing Earth
Unit 2: Changes in Living Systems
Unit 3: Chemical Changes
Unit 4: Changes in Motion.

Each unit in Science 20 uses a different context to investigate the processes by which natural entities and *systems* are modified over time, and to identify common patterns to *change*. In Unit 1, geologic evidence is used to study the patterns of *change* that have occurred in the biosphere over the entire span of Earth's history. Unit 2 examines ongoing *change* in the biosphere, focusing on the flow of *matter* through biogeochemical cycles and the flow of *energy* through the trophic levels of an *ecosystem*. In Unit 3, the principles of chemical *change* are investigated and their application in the chemical industry is examined. Unit 4 investigates the relationship between force and the motion of objects, using Newton's laws of conservation of momentum to explain and predict *changes* in motion.

SCIENCE 30

The major science themes developed in this course are *energy* and *systems*. Thinking of any collection of objects, cells or processes as a *system* draws attention to how the parts of the *system* interact with one another. The components of a *system* influence each other not only by transfer of *energy* and *matter* but also by transfer of information.

The major concepts allow connections to be made among the four units of the course and among all eight units in Science 20–30.

Science 30 consists of four units of study:

Unit 1: Living Systems Respond to Their Environment
Unit 2: Chemistry in the Environment
Unit 3: Electromagnetic Energy
Unit 4: Energy and the Environment.

Science 30 expands upon the concepts and skills introduced in Science 10 and Science 20. Making *changes* in one part of a *system* can cause profound *changes* in other parts of the *system*, as is illustrated in different contexts in each unit of Science 30. Unit 1 uses the human organism to illustrate some of the mechanisms that enable living *systems* to respond to *changes* in their environment. Unit 2 introduces environmental chemistry, focusing on the impact of acids, bases and organic compounds on *ecosystems*. In Unit 3, electromagnetic *energy* is studied, and its use in communication and scientific research is illustrated. Unit 4 examines the range of renewable and nonrenewable *energy* sources available for commercial use and considers the impact of their use on the global *ecosystem*.

SCIENCE 20

UNIT 1
THE CHANGING EARTH

OVERVIEW

Science Themes: *Change* and *Diversity*

In Unit 1, students examine evidence indicating that *diverse* climatic conditions and life forms have existed on Earth during the last 3.5 billion years. Some of the theories that have been developed to explain these *changes* are considered and evaluated. Evidence from the polar ice caps is used to construct a picture of the cyclic *changes* that have occurred in the biosphere over the last one hundred thousand years.

This unit builds upon Science 8, Unit 4: The Earth's Crust; and Science 10, Unit 1: Energy from the Sun; and provides a foundation for the study of *energy* sources in Science 30, as well as for the further study of biology and the Earth sciences.

The four **major concepts** developed in this unit are:

- forces within Earth cause continual *changes* on Earth's surface
- paleontology, the scientific study of ancient life, uses fossils as the primary source of data
- the fossil record indicates that the environment and life forms on Earth have undergone a sequence of *changes* over more than 3.5 billion years
- the geologic record indicates that dramatic variations in Earth's climate have occurred over the last two million years.

In this unit, *students will develop* an ability to use the **thinking processes and skills** associated with the practice of science, emphasizing:

- analyzing data
- connecting, synthesizing and integrating data
- evaluating the process of investigating the ancient biosphere.

The **STS connections** in this unit illustrate:

- the ways in which science advances technology and technology advances science
- the limitations of scientific knowledge and technology
- the ability and responsibility of society, through science and technology, to protect the environment and use natural resources judiciously to ensure quality of life for future generations.

ATTITUDES

Students will be encouraged to:

- develop a questioning attitude about changing life forms and environmental conditions on Earth
- look for consistency in the data coming from different geological sources
- respect the role of empirical evidence in developing scientific theories related to changing life forms and environmental conditions
- consider all the evidence available when evaluating scientific theories related to changing life forms and environmental conditions
- appreciate the unity of science through the application of biological, chemical and physical principles and techniques to investigating the history of the biosphere
- recognize the limits of current scientific theories in predicting future environmental conditions on Earth
- consider several possible alternatives when predicting future environmental conditions on Earth.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
1. Forces within Earth cause continual *changes* on Earth's surface.	• forces deep within Earth cause continual changes on Earth's surface, by: • identifying and describing the three layers of Earth: lithosphere, asthenosphere and the mesosphere, in terms of density, composition and thickness • describing the theory of plate tectonics, identifying pieces of evidence that support the theory; e.g., location of volcanoes and earthquakes, ocean floor spreading, patterns in mountain structure • describing how radioactive decay could be the source of geothermal energy • explaining how convection circulation of molten material provides the driving force of plate tectonics • explaining how the energy from earthquakes is transmitted by seismic waves • explaining that seismic waves can be: – longitudinal (particles vibrate parallel to the direction of propagation); i.e., P–waves – transverse (particles vibrate perpendicular to the direction of propagation); i.e., S–waves • explaining how seismic waves are used to provide information about the internal structure of Earth • explaining why it is believed that Earth's first atmosphere was composed of gases released from volcanoes.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the thinking processes and skills associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
• comparing the magnitude of earthquakes, given their rating on the Richter scale • evaluating the theory of plate tectonics in terms of its ability to explain and predict changes in Earth's surface • demonstrating the difference between primary and secondary earthquake waves, with the use of a flexible coil • determining the location and magnitude of an earthquake given S– and P–wave data, maps and conversion charts.	• understanding the theory of plate tectonics, its ability to explain and predict earthquakes; the kinds of seismic waves; and by using the Richter scale, within the context of: • describing a recent earthquake in terms of plate tectonics theory, the technology used to measure the magnitude and location of earthquakes, and the limitations of current methods used to predict earthquakes OR • explaining, in terms of scientific and technological principles, how more accurate predictions of earthquakes, and the use of earthquake-resistant buildings, would benefit millions of people globally; and analyzing how human environments can be made more earthquake resistant OR • any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
2. Paleontology, the scientific study of ancient life, uses fossils as the primary source of data.	• fossils are used in the study of ancient life, by extending from Science 8, Unit 4, the knowledge that the diversity of rocks on Earth today is the result of processes redistributing components of the original igneous rocks, and by: • defining radioisotope, radioactive decay and half-life • describing the radiometric procedures used to estimate the age of minerals and fossils • explaining how the layers in sedimentary rock, together with the fossils they contain, form a chronology of natural history • describing common types of fossilization; i.e., the actual remains of a life form, an imprint or mould, a trace or some form of track, trail or burrow left by an organism • describing the main characteristics of environmental and life forms in the four eras of the geological time scale: Precambrian, Paleozoic, Mesozoic and Cenozoic.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the thinking processes and skills associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding how paleontology and the analysis of fossils and minerals, through radiometric dating, has led to knowledge of ancient life and climate on Earth; and by interpreting data obtained from rocks, minerals and fossils in order to make inferences about ancient life forms and climate, within the context of:
• identifying examples of igneous, metamorphic and sedimentary rocks	• describing, in general terms, the functioning of radiometric dating technology and its use in gathering evidence of prehistoric life
• interpreting data from radiometric dating of minerals and fossils, using the concept of half-life	OR
• inferring the relative ages of rock layers, using geologic principles	• describing the research conducted at the Royal Tyrell Museum of Paleontology and other cooperative research projects, such as the Canada/China project, which have provided a better understanding of ancient life and climate on Earth
• making inferences about the characteristics of life forms, based on the fossil record	OR
• making inferences about climate, based on the fossil record	• discussing the cost and benefits of paleontological research to society, explaining the influence of the needs, interests and financial support of society on scientific and technological research
• drawing a time line of the geological history of Earth.	OR
	• describing how paleontologists gather and interpret evidence of ancient life, explaining the central role of evidence in the accumulation of knowledge, and the way in which proposed theories may be supported, modified or refuted
	OR
	• any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
3. The fossil record indicates that the environment and life forms on Earth have undergone a sequence of *changes* over more than 3.5 billion years.	• the fossil record indicates that changes in life forms and environment have occurred on Earth, by: • explaining how the changes in life forms are reflected by the fossil record • explaining why oxygen was not a significant component of Earth's atmosphere until photosynthesis and chlorophyll evolved • explaining the view of evolution as a gradual and persistent modification over a very long time • explaining punctuated equilibrium as an alternative view of the pattern of evolution • illustrating how scientific theories are developed and revised, using the theory of evolution • describing the organic theory of formation of fossil fuels • describing the common types of rock formation that serve as reservoirs for oil and gas.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the thinking processes and skills associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
• comparing the traditional view of evolution with the punctuated equilibrium view with respect to their ability to explain changes in life forms.	• understanding the significance of the fossil record in indicating how the environment and life forms have changed on Earth; the role of inherited variations and the theory of evolution in explaining these changes; and by assessing traditional and alternative views of evolution, within the context of: • explaining the scientific principles involved in using fossils and seismic surveying in oil exploration OR • explaining, in terms of scientific principles, why fossil fuel reserves are finite, and the need to use natural resources judiciously OR • explaining the central role of the fossil record in the accumulation of knowledge about changes that occurred on Earth over time, and that our current knowledge is unable to provide complete answers to all questions OR • any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
4. The geologic record indicates that dramatic variations in Earth's climate have occurred over the last two million years.	• the geologic record indicates that dramatic variations in Earth's climate have occurred over the last two million years, by extending from Science 10, Unit 1, how energy from the Sun determines climate, and by: • describing the geologic evidence that indicates that huge glaciers have formed in Arctic regions and flowed south over large areas of Canada several times • describing how repeated glaciation has shaped the topography and formed the drainage patterns of Canada • explaining how ice cores taken from polar icecaps provide evidence of the global climate over more than a hundred thousand years • explaining, qualitatively, how the geometry of Earth's orbit around the Sun could account for periods of glaciation • explaining how changes in the composition of the atmosphere could cause major changes in Earth's climate • discussing current predictions of climate change in a geological time frame.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the thinking processes and skills associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding the geologic evidence for the existence and causes of the ice ages and their relationship to climate change; and by interpreting topographical features and drainage patterns in terms of past glaciation; making inferences from ice cores, and evaluating and synthesizing current predictions of global climate change, within the context of:
• modelling the effects of glaciation	• describing the functioning of the technology used to analyze ice core samples and its use to improve our understanding of past climatic conditions
• interpreting topographical features and drainage patterns in terms of past glaciation	OR
• making inferences about ancient environmental conditions from the composition of ice cores taken from polar icecaps.	• describing the inability of science to provide complete answer to all questions; e.g., the uncertainty of current predictions of global climatic change
	OR
	• exploring proposed alternative policies to reduce the emission of greenhouse gases aimed at slowing global warming and protecting the environment
	OR
	• explaining the way in which proposed theories may be supported, modified or refuted; e.g., how the topography and the drainage patterns of local areas provide evidence of glaciation
	OR
	• any other relevant context.

UNIT 2
CHANGES IN LIVING SYSTEMS

OVERVIEW

Science Themes: *Change, Energy, Matter* and *Systems*

In Unit 2, students investigate the biogeochemical cycling of several elements through the biosphere and its component *ecosystems*. *Energy* flow is studied by following *energy* through the trophic levels of an *ecosystem*. The characteristics that define an *ecosystem* are studied through examples of terrestrial and aquatic *ecosystems* that are within the experience of the students and close to where they study. At these levels of organization, biological *systems change* over time, so that a community within an *ecosystem* may be succeeded by a different one.

This unit builds upon Science 10, Unit 1: Energy from the Sun; and Unit 2: Energy and Matter in Living Systems; and provides a foundation for the study of the interaction of human organisms with their environment in Science 30, as well as for the further study of ecology.

The five **major concepts** developed in this unit are:

- *matter* cycles through the biosphere
- *energy* flows through the biosphere
- *ecosystems* are defined by a range of characteristics
- *ecosystems* often *change* over time
- organisms are adapted to their environments.

In this unit, *students will develop* an ability to use the **thinking processes** and **skills** associated with the practice of science, emphasizing:

- collecting and recording
- organizing and communicating
- analyzing data from investigations of living *systems*.

The **STS connections** in this unit illustrate:

- the central role of evidence in the accumulation of knowledge, and the way in which proposed theories may be supported, modified or refuted
- the functioning of products or processes based on scientific principles
- the ways in which science advances technology and technology advances science.

ATTITUDES

Students will be encouraged to:

- appreciate the unity of science through the application of physical and chemical principles and measurements to biological *systems*
- appreciate that biological principles emerge from the investigation of the structures and functions of biological *systems*
- appreciate that biological principles apply to all levels of biological organization
- appreciate that biological *systems* change over time in ways that are difficult to predict
- appreciate that because of the difficulties of making scientific predictions, scientists must show respect for evidence, tolerate uncertainty and remain objective as they persevere in their desire to understand biological *systems*
- appreciate that the understanding of biological *systems* has been enhanced by the application of technology, particularly by the development of instruments for making measurements and managing data
- appreciate that the application of technology by human societies can have beneficial and harmful effects on biological *systems*.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
1. *Matter* cycles through the biosphere.	• matter cycles through the biosphere, changing location and chemical combination, by extending from Science 10, Unit 1, the relationship between solar energy and the hydrologic cycle, and by: • describing the hydrologic cycle in detail, including the underground movement and storage of water • outlining the biogeochemical cycles of carbon, oxygen and nitrogen • explaining why carbon dioxide levels in the atmosphere are much lower now than they were in Earth's early history.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the thinking processes and skills associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding the cycling of matter through the biosphere, including the hydrologic cycle and the biogeochemical cycles; and by collecting data, measuring, comparing and formulating testable hypotheses, within the context of:
• analyzing and interpreting the rates of precipitation and evaporation in the local area, and comparing the data to long-term trends	• describing the importance of aquifers in supplying fresh water to many parts of the world, and assessing, qualitatively, the risks and benefits to the environment and quality of life of using deep well injection to dispose of waste materials
• monitoring the rates of water consumption and loss in plants or animals	OR
• formulating hypotheses on how alterations in the carbon cycle, as a result of the burning of fossil fuels, might influence other cycling phenomena, and suggesting how the hypotheses could be tested.	• explaining the ability and responsibility of society, through science and technology, to protect the environment; e.g., the basis of the concern about septic systems in acreage developments
	OR
	• analyzing the greenhouse effect in terms of the biogeochemical cycling of carbon, and the limitations of science and technology in providing complete answers to all questions
	OR
	• evaluating the influence and needs of society, and the impact of a variety of technologies, on the biogeochemical cycle of nitrogen
	OR
	• any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
2. *Energy* flows through the biosphere.	• solar energy flows through ecosystems, by extending from Science 10, Unit 2, how solar energy is trapped by photosynthesis, and by: • describing how energy moves through trophic levels, using the concepts of food chains and webs, using specific examples of autotrophs and heterotrophs • explaining how trophic levels can be described in terms of pyramids of numbers, biomass or energy • explaining the energetic basis of biotic relationships, such as interspecific competition, intraspecific competition, predation and symbiosis • explaining biological magnification of compounds in the biosphere; e.g., DDT, mercury.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the thinking processes and skills associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
• constructing, from data on the energy available at various tropic levels, a food chain to show the numbers of organisms consumed at each level • designing a model to explain the relationship between the populations of predator and prey, outlining the characteristics of each that adapt them to their trophic level.	• understanding energy flow through the biosphere, using biotic relationships, food webs, chains and pyramids; and by hypothesizing, designing models and performing simulations, within the context of: • describing how the movement of energy and matter through food chains and webs that may concentrate pollutants by biological magnification has implications for protecting the environment for future generations OR • evaluating the implications on energy flow in an ecosystem by the introduction of exotic species where natural predators do not exist, and methods of dealing with the consequences of such introductions OR • any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
3. *Ecosystems* are defined by a range of characteristics.	• ecosystems are defined in terms of biotic and abiotic factors, by:
	• distinguishing between biotic and abiotic factors
	• explaining how biotic and abiotic factors influence an aquatic and a terrestrial ecosystem in their local area; e.g., stream or lake, prairie, boreal forest, sports field, vacant lot.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the thinking processes and skills associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
• performing a field study and measuring, quantitatively and qualitatively, appropriate biotic and abiotic factors in the aquatic or terrestrial ecosystem chosen, and presenting the data in a form that describes, in general terms, the structure of the ecosystem; e.g., pH, temperature, precipitation, hardness, oxygen content, humidity, invertebrates, vertebrates, plants • investigating the makeup of a soil community in the ecosystem chosen, and inferring the relationships among the organisms found there.	• understanding the range of factors that define ecosystems through the study of a natural ecosystem; and by measuring and recording relevant quantitative and qualitative data, inferring biotic relationships from data collected and presenting the information, within the context of: • reviewing factors in terms of the limitations of scientific knowledge and technology, that may influence the natural quality of water in freshwater ecosystems OR • debating the impact on future generations of the draining of wetlands for reclamation OR • any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
4. *Ecosystems* often *change* over time.	• primary and secondary succession is a natural process in the ecosystems chosen, by: • describing the key stages of primary succession in a specific ecosystem and the nature of its climax communities; e.g., spruce bog, sand dune, pond, prairie • describing possible pathways of secondary succession in an ecosystem after natural or artificial disturbance; e.g., fire, flood, road construction.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the thinking processes and skills associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding that ecosystems and communities change over time, by describing their stages of primary or secondary succession; and by researching, observing, recording, tabulating, graphing and interpreting, within the context of:
• setting up and observing the pattern of succession in a microenvironment; tabulating, graphing and interpreting relevant data, then comparing these with data produced by others in the class	• discussing, in terms of scientific principles, how reforestation projects change the direction of secondary succession in a natural ecosystem OR
• researching, primarily, on secondary succession in the local area, and presenting this information in a clearly written report.	• evaluating the impact of secondary succession on society, following dramatic disturbances in natural ecosystems; e.g., Mount St. Helens, Frank Slide, strip mining, clear cutting OR • any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
5. Organisms are adapted to their environments.	• how populations of plant and animal species adapt to a changing environment, by:
	• describing the range of variation in species and populations
	• explaining the principles of survival of the fittest and natural selection
	• exploring the factors that limit the size of populations.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the thinking processes and skills associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding the role and influence of variation, fitness, natural selection and population growth on the adaptation of organisms to their environments; and by inferring from observation; and by hypothesizing trends from experiments or simulations, within the context of:
• examining homologous structures in a range of fossil and living species, and inferring the adaptive significance of variations observed	• describing the central role of theory and evidence from a variety of sources in explaining the changes to Earth's life forms over time, and that current knowledge is unable to provide complete answers to all questions
	OR
• performing an experiment or a simulation on the growth of a population of organisms, and hypothesizing how the trends observed would affect human populations.	• drawing analogies, in terms of scientific principles, between the origin of species by natural selection in the biosphere and the production of new life forms by biotechnology
	OR
• analyzing the processes that govern the growth pattern of human populations, which are different from those of naturally occurring populations.	• any other relevant context.

UNIT 3
CHEMICAL CHANGES

OVERVIEW

Science Themes: *Change, Energy* and *Matter*

In Unit 3, students investigate the *changes* that occur in *matter* during chemical reactions, including oxidation–reduction and organic reactions. They are introduced to the quantitative aspects of chemical *change* within the context of some of the chemical reactions that are used in Alberta chemical industries.

This unit builds upon Science 8, Unit 1: Solutions and Substances; and Science 10, Unit 3: Energy and Matter in Chemical Change; and provides a foundation for the further study of chemistry.

The four **major concepts** developed in this unit are:

- aqueous solutions provide a convenient medium for chemical *changes*
- balanced chemical equations show the quantitative relationships between the reactants and products involved in chemical reactions
- oxidation and reduction reactions are an example of chemical *change* involving *energy*
- hydrocarbons are the starting substances for many organic compounds.

In this unit, *students will develop* an ability to use the **thinking processes** and **skills** associated with the practice of science, emphasizing:

- collecting and recording
- organizing and communicating
- analyzing data from investigations of chemical *change*.

The **STS connections** in this unit illustrate:

- the functioning of products or processes based on scientific principles
- the use of technology to solve practical problems
- the ability and responsibility of society, through science and technology, to protect the environment and use natural resources judiciously to ensure quality of life for future generations.

ATTITUDES

Students will be encouraged to:

- develop a questioning attitude and a desire to understand more about *matter* and its *changes*
- develop an awareness of the importance of water as a medium for chemical reactions
- appreciate that observations are the foundation for generalizations and explanations about chemical *change*
- develop an appreciation for the usefulness and importance of stoichiometric methods in science and in industry
- appreciate that science and technology provide many useful products
- appreciate the importance of careful laboratory techniques and precise calculations for obtaining accurate results
- value the need for safe handling, storage and disposal of chemicals, and the Workplace Hazardous Materials Information System (WHMIS) symbols.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
1. Aqueous solutions provide a convenient medium for chemical *changes*.	• aqueous solutions provide a convenient medium for chemical changes, by extending from Science 8, Unit 1, the meaning of the terms solute, solvent, solution, dissolving and solubility, and by: • providing examples from living and nonliving systems, of how dissolving substances in water is often a prerequisite for chemical change; e.g., venous transport of carbon dioxide, acid rain • differentiating on the basis of properties among electrolytes, nonelectrolytes, acids and bases • relating the properties of a solution to the nature of the dissolved chemical; i.e., conductivity, acidic, basic and neutral • using chemical names and formulas for dissolved substances, acids and bases • calculating the concentration of solutions in a variety of ways, including moles per litre, and calculating mass or volume when the concentration is known; e.g., per cent by volume, parts per million (ppm) • determining the concentration of diluted solutions and the quantities of solution and solvent to use when diluting • describing dynamic equilibrium in a saturated solution in terms of equal rates of dissolving and crystallization.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the thinking processes and skills associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
• investigating, qualitatively, the properties of solutions in the laboratory • preparing solutions of specified concentrations, using a balance and volumetric glassware • determining, experimentally, the identity of some common ions, using simple qualitative tests, such as colour and solubility • identifying Workplace Hazardous Materials Information System (WHMIS) symbols.	• understanding dissolving, aqueous solutions and concentration; and by investigating the properties of solutions, preparing solutions of specific concentration and identifying ions in solution, within the context of: • relating the properties of electrolytes, nonelectrolytes, acids and bases and reactions in aqueous solution to solutions and processes in everyday life OR • comparing the ways in which concentrations of solutions are expressed in the chemistry laboratory (moles per litre), in industry (a variety of ways), in household products (per cent by volume) and in environmental studies (parts per million), then evaluating the importance of concentration in relation to biomagnification and risk management OR • describing the processes and scientific principles involved in water treatment plants OR • any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
2. Balanced chemical equations show the quantitative relationships between the reactants and products involved in chemical reactions.	• the mole ratios in balanced chemical reaction equations provide quantitative information about the substances involved, by recalling from Science 10, Unit 3, how to balance chemical equations, and by: • predicting, using stoichiometry, quantities of products and reactants involved in chemical reactions, given the reaction equation and the limiting reagent.

SKILLS	STS CONNECTIONS

Students should be able to demonstrate the thinking processes and skills associated with the practice of science, by:
 	
• checking the results of mathematical calculations, using unit analysis
• performing simple experiments to illustrate the validity of the assumptions contained in stoichiometric methods, given the reaction equation and the limiting reagent
• evaluating the design of stoichiometric experiments.
	Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:
	
	• understanding the quantitative relationships in a balanced chemical equation; and by performing stoichiometric experiments and calculations, within the context of:
	  • relating stoichiometric methods to chemical processes, such as the production of fertilizers, metal extraction and burning fossil fuels
	  OR
	  • relating stoichiometric methods to chemical processes, such as cooking, cleaning and gardening
	  OR
	  • any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
3. Oxidation and reduction reactions are an example of chemical *change* involving *energy*.	• many chemical reactions involve oxidation and reduction, by: • determining the placement of metals in the activity series • defining oxidation as a loss of electrons and reduction as a gain of electrons • applying the principles of oxidation and reduction to describe the operation of galvanic and electrolytic cells.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the thinking processes and skills associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
• constructing galvanic and electrolytic cells; and observing and describing the functioning of these cells in terms of the loss and gain of energy and electrons.	• understanding the activity series and oxidation–reduction; and by constructing, observing and describing electrolytic and electrochemical cells, within the context of: • identifying examples and making analogies among oxidation–reduction occurring in everyday processes; e.g., corrosion, combustion, photosynthesis, respiration OR • illustrating applications of oxidation–reduction to solve practical problems; e.g., batteries, metal extraction, cathodic protection, galvanizing, electroplating OR • any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
4. Hydrocarbons are the starting substances for many organic compounds.	• hydrocarbons are the basis for many common organic compounds, by: • identifying the general characteristics of hydrocarbons; e.g., melting point, boiling point, solubility • providing International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) names and structural formulas for simple branched and noncyclic hydrocarbons in the homologous series of alkanes, alkenes and alkynes, involving up to ten carbon atoms • classifying the important reactions of hydrocarbons, such as combustion, addition, substitution and polymerization • identifying hydrocarbons as a source of energy in fossil fuels • describing and naming some important petrochemicals produced from hydrocarbons; e.g., polyethene, polystyrene, polyvinyl chloride, ethylene glycol.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the thinking processes and skills associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding the general characteristics, sources, structures, nomenclature and reactions of hydrocarbons and some of the petrochemicals produced from them; and by investigating the physical and chemical properties of hydrocarbons, within the context of:
• investigating the physical and chemical properties of hydrocarbons, using safe substances and procedures • investigating the physical and chemical properties of some common plastics • using commercial kits to prepare polymers.	• providing examples of hydrocarbons and petrochemicals used on a daily basis in terms of their impact on the quality of life OR • explaining the processes, in terms of scientific principles, of fractional distillation and catalytic cracking, and reforming and polymerization as applied to the production of petroleum products OR • explaining the processes, in terms of scientific principles, of hydrogenation and halogenation to produce commercial products OR • describing the ethylene industry in Alberta in terms of the scientific and technological principles applied OR • any other relevant context.

UNIT 4
CHANGES IN MOTION

OVERVIEW

Science Themes: *Change, Equilibrium* and *Systems*

In Unit 4, students investigate *change* through the study of motion and the forces that cause motion. An understanding of *equilibrium* and *systems* is developed through the study of conservation of momentum. Designing of the safety devices used in transportation and sports provides the context for learning basic mechanical principles.

This unit builds upon Science 7, Unit 3: Force and Motion; and Science 10, Unit 4: Change and Energy; and provides a foundation for the further study of mechanics.

The four **major concepts** developed in this unit are:

- the motion of objects is described in terms of displacement, time, velocity and acceleration
- Newton's laws of motion relate force to the motion of objects
- an object moving in a circular path, with a constant speed, undergoes an acceleration toward the centre of the circle
- momentum is conserved in physical interactions.

In this unit, *students will develop* an ability to use the **thinking processes and skills** associated with the practice of science, emphasizing:

- collecting and recording
- organizing and communicating
- analyzing data from investigations of *changes* in motion
- evaluate the process or outcomes from investigations of *changes* in motion.

The **STS connections** in this unit illustrate:

- the functioning of products or processes based on scientific principles
- the ways in which science advances technology and technology advances science
- the influence of the needs, interests and financial support of society on scientific and technological research.

ATTITUDES

Students will be encouraged to:

- appreciate the need for computational competence in quantifying motion and momentum
- appreciate the need for empirical evidence in interpreting observed phenomena
- appreciate the restricted nature of evidence when interpreting the results of physical interactions
- accept uncertainty in the descriptions and explanations of motion in the physical world
- appreciate the need for accurate and honest communication of all evidence gathered in the course of an investigation
- evaluate, objectively, potential applications of mechanical principles to new technology
- appreciate the role the principles of mechanics play in our everyday world.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
1. The motion of objects is described in terms of displacement, time, velocity and acceleration.	• motion is described in terms of displacement, time, velocity and acceleration, by extending from Science 10, Unit 4, the principles of one-dimensional uniform motion, and by: • comparing scalar and vector quantities • comparing distance and displacement, and speed and velocity • defining velocity as a change in position during a time interval, $\vec{v} = \frac{\triangle \vec{d}}{\triangle t}$ • defining acceleration as a change in velocity during a time interval, $\vec{a} = \frac{\triangle \vec{v}}{\triangle t}$ • using scale diagrams to solve displacement problems in two dimensions.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the thinking processes and skills associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
• gathering data necessary to infer the relationships among acceleration, velocity and time • determining velocity, displacement and acceleration from position–time and velocity–time graphs • obtaining new data from straight-line graphs by determining the slope of the line and the area under the line • performing and evaluating an experiment to determine the local value of the acceleration due to gravity • solving uniform motion and uniform accelerated motion problems, involving the relationships, $\vec{d}=\vec{v}_i t+\frac{1}{2}\vec{a}t^2$ and $d=\frac{(\vec{v}_i+\vec{v}_f)\,t}{2}$	• understanding and explaining, quantitatively, linear motion in terms of displacement, time, velocity and acceleration; and by gathering, numerically analyzing and graphing relevant data, within the context of: • determining safe lengths for airport runways, and freeway entrance and exit ramps in terms of kinematics principles OR • analyzing traffic control light patterns using kinematics principles OR • any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
2. Newton's laws of motion relate force to the motion of objects.	• Newton's laws of motion describe the effects of forces on the motion of bodies, by extending from Science 7, Unit 3, the concepts of force, inertia and friction, and by: • comparing mass and weight, qualitatively • explaining how a force effects a change in motion • applying Newton's first law of motion to explain an object's state of rest or uniform motion • applying Newton's second law of motion, and using it to relate force, mass and motion • applying Newton's third law of motion to explain situations where objects interact.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the thinking processes and skills associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding the effects of forces on the linear motion of objects described in terms of force, mass, acceleration and momentum, and analyzed in terms of Newton's laws of motion; and by gathering and numerically analyzing relevant data, within the context of:
• gathering data necessary to infer the relationships among acceleration, force and mass	• explaining the movement of passengers inside a moving car in terms of Newton's first law of motion
	OR
• evaluating the design of their mechanics experiments; e.g., effects of friction	• explaining the scientific principles used in the design of safety equipment, such as airbags, collapsible frames and bumpers on cars; and helmets, goggles and padding in sports activities, and considering the influence of the needs, interests and support of society on the development of these technologies
• solving, numerically, linear motion problems, using Newton's second law of motion	OR
• solving linear motion problems involving friction.	• establishing the relationship between the principles of mechanics and the need for legislation, such as seat belts and speed limits in terms of the influence of the needs, interests and support of society
	OR
	• explaining the scientific principles of motion involved in using an aircraft, or elevator, to simulate gravity
	OR
	• any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
3. An object moving in a circular path, with a constant speed, undergoes an acceleration toward the centre of the circle.	• uniform circular motion requires an unbalanced force of constant magnitude, by: • describing uniform circular motion as a special case of two-dimensional motion • describing a centripetal force as having one of several sources; e.g., gravitation, friction, electrostatics • applying the centripetal force and acceleration equations to uniform circular motion • illustrating, qualitatively, Newton's universal law of gravitation as it applies to planetary and satellite motion.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the thinking processes and skills associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding, explaining and using the relationship among uniform circular motion, Newton's universal law of gravitation and Kepler's laws; and by investigating the relationship between centripetal force and acceleration, and solving satellite motion problems, within the context of:
• performing and evaluating an experiment to investigate the relationship between centripetal force and centripetal acceleration.	• explaining, in general terms, the scientific principles and applications of a centrifuge as used in industry or research OR • explaining the principles of mechanics as applied in the creation of artificial gravity conditions, such as carnival rides and space stations; and the technological advantages of "zero gravity" in research and manufacturing OR • explaining the principles of mechanics as applied to the banking of roads and race tracks OR • describing day-to-day life on a rotating space station by using relevant scientific and design principles OR • explaining, qualitatively, how Kepler's laws were used to test Newton's universal law of gravitation OR • any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
4. Momentum is conserved in physical interactions.	• the total momentum of any system of revolving or colliding bodies remains constant in the absence of outside forces, by:
	• defining momentum as a quantity of motion equal to the product of the mass and the velocity of an object $\vec{p} = m\vec{v}$
	• relating a change in momentum to acceleration $\frac{\triangle \vec{p}}{\triangle t} = m\triangle \vec{a}$
	• applying the law of conservation of momentum to linear collisions and explosions $m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{v}'_1 + m_2\vec{v}'_2$
	• explaining linear one-dimensional collisions and explosions, using scale diagrams and numerical means.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the thinking processes and skills associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding and explaining the conservation of the total momentum of a system of objects in the absence of outside forces, numerically and graphically; and by performing and evaluating an experiment that illustrates the conservation of momentum to solve a one-dimensional linear momentum problem, using scale diagrams and vector methods, within the context of:
• performing and evaluating an experiment that illustrates the law of conservation of momentum	• investigating traffic accidents in terms of the principles of mechanics and the conservation of momentum
	OR
• solving one-dimensional linear momentum problems, using scale diagrams and vector addition.	• analyzing throwing, catching and striking in sports in terms of relevant scientific principles
	OR
	• any other relevant context.

SCIENCE 30

UNIT 1
LIVING SYSTEMS RESPOND TO THEIR ENVIRONMENT

OVERVIEW

Science Themes: *Equilibrium* and *Systems*

In Unit 1, students investigate some of the mechanisms of homeostasis and genetics through the major themes of *equilibrium* and *systems*. The unit focuses on the mechanisms living organisms use to maintain an *equilibrium* with the environment, using the human organism as a model *system*.

This unit builds upon Science 10, Unit 2: Energy and Matter in Living Systems; and Science 20, Unit 2: Changes in Living Systems; and provides a foundation for the further study of the biological sciences.

The four **major concepts** developed in this unit are:

- the circulatory *system* enables the human body to interact with its environment
- the human body has defence mechanisms to protect itself from disease-causing organisms
- the nervous *system* mediates the interaction of humans with their environment
- the principles of genetics explain the inheritance of disease.

In this unit, *students will develop* an ability to use the **thinking processes and skills** associated with the practice of science, emphasizing:

- collecting and recording
- organizing and communicating
- analyzing data from investigations of the circulatory and nervous *systems*.

The **STS connections** in this unit illustrate:

- the inability of science to provide complete answers to all questions
- the functioning of products or processes based on scientific principles
- the influence of the needs, interests and financial support of society on scientific and technological research.

ATTITUDES

Students will be encouraged to:

- appreciate the unity of science through the application of physical and chemical principles and measurements to biological *systems*
- recognize that biological principles emerge from the investigation of the structures and functions of biological *systems*
- appreciate that the maintenance of a suitable external and internal environment is important to human health
- recognize that the range of technology used to maintain health is applied in a human as well as a scientific context
- appreciate that because of the difficulties of making scientific predictions, scientists must show respect for evidence, tolerate uncertainty and remain objective as they persevere in their desire to understand biological *systems*
- recognize that death is a natural biological phenomenon.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
1. The circulatory *system* enables the human body to interact with its environment.	• the circulatory system assists the interaction between all the body's cells and the environment, by extending from Science 10, Unit 2, a knowledge of the processes of diffusion, active transport and osmosis, and by:
	• describing the structure and function of the circulatory system, including the heart, arteries, arterioles, venules, veins and capillaries, and the path of blood circulation
	• explaining the functions of the plasma and cellular components of human blood tissue (red blood cells, white blood cells, platelets and hemoglobin), and understanding that in explaining these components, specific detailed descriptions are not required
	• describing, in general terms, the role of blood as a tissue, in transporting nutrients, gases, wastes and toxins.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the thinking processes and skills associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding and explaining the structure and function of the circulatory system, describing the homeostatic regulatory mechanisms controlling cardiac output and blood pressure; and by observing and drawing the principal features of the circulatory system, and investigating the relationship between exercise and blood pressure, within the context of:
• observing the principle features of the mammalian heart, using models, computer simulations or dissected organs, and identifying, accurately, the structure from drawings of that organ	• tracing the transport of medicines to their sites of action through the circulatory system, and explaining how a better understanding of the scientific principles related to the circulatory system has improved the efficacy of these substances in treating various conditions
• drawing and labelling a dissected mammalian heart to show structure and function as they relate to blood flow	OR
• observing and/or viewing blood flow in the capillaries of a living organism; e.g., fish tail	• investigating how harmful substances in the environment enter the circulatory system, explaining how these substances have an adverse influence on health, and justifying why individuals and society have the responsibility to protect themselves from these substances
• observing the effect of valves on venous blood flow	OR
• using photomicrographs, a microscope and prepared slides to examine human blood to observe the morphology and relative abundance of the cellular components, and representing, accurately, these components in clearly labelled drawings	• explaining the relationship between regular exercise and health, and citing the experimental evidence that established this relationship
• measuring blood pressure, analyzing class data to investigate the role of various factors influencing blood pressure; e.g., exercise, lifestyle, gender, and presenting the data in tables or charts.	OR
	• any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
2. The human body has defence mechanisms to protect itself from disease-causing organisms.	• the specific and nonspecific defence mechanisms of the body have a biological basis, by: • describing, in general terms, the functions of the various mechanisms that prevent disease-causing organisms from entering body tissues • describing the functioning of the cellular and noncellular components of the human immune system in response to an infectious organism; i.e., macrophage, helper T cell, B cell, killer T cell, suppressor T cell, memory T cell and antibodies.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the thinking processes and skills associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
• performing simulations of the functioning of the immune system.	• understanding the role of the skin in defence and protection and the functioning of the cellular and noncellular components of the human immune system; and by carrying out simulations of the functioning of the immune system, within the context of: • explaining the biological processes by which the human immunodeficiency virus (HIV) affects the human immune system, and analyzing the relationship between societal needs and interests, and financial support for scientific research on this disease OR • using scientific principles to analyze how vaccines and natural biological processes within the human body defend against disease-causing organisms, such as viruses and bacteria OR • describing how improvements in sanitation, personal hygiene and the availability of potable water have greatly reduced the incidence of communicable diseases and improved quality of life OR • any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
3. The nervous *system* mediates the interaction of humans with their environment.	• special sense organs help humans perceive their environment and that the nervous system coordinates responses to that environment, by: • describing the structure and function of the systems (organs) of sight and balance • describing, in general terms, the structure of the central and peripheral nervous systems, including the function of the sympathetic, parasympathetic and sensory somatic systems • describing the role of negative feedback in regulating cardiac function considering factors such as pH, carbon dioxide and blood pressure • describing the structure of a neuron, the production of an action potential and its transmission across a synapse, including the role of sodium ions, acetylcholine and cholinesterase • explaining the structure and function of a reflex arc.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the thinking processes and skills associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding and describing the structure and function of sight, balance and nervous systems when humans interact with their environment; and by observing, drawing and labelling the principal features of the mammalian eye, brain and nerve tissue, and designing experiments to investigate human reflex actions, within the context of:
• observing the principal features of the mammalian eye, using models, computer simulations or dissected organs, and identifying, accurately, the structure from drawings of that organ • drawing and labelling, accurately, a dissected mammalian eye • examining prepared slides of nerve tissue, and drawing and labelling the main features of a single neuron • designing experiments to investigate human reflex actions.	• evaluating health hazards in the environment that might impair the functioning of the sensory systems and justifying why individuals and society have the responsibility to protect themselves from such substances OR • describing, in general terms, the functioning and use of technological innovations that assist people with induced or inherited sensory deficiencies OR • analyzing the influence of, and processes by which, anesthetics, drugs and chemicals from the environment affect the nervous system OR • comparing sight, balance and nervous systems in humans to the functioning of analogous technological products and processes; e.g., cameras, robotic arms OR • describing the biological principles of diseases, like Alzheimer's or Parkinson's, and the limitations of current scientific knowledge to provide complete answers to all questions OR • any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
4. The principles of genetics explain the inheritance of disease.	• the principles of genetics explain the inheritance of disease, by extending from Science 10, Unit 2, a knowledge of how cells increase in number by mitosis, and by:
	• explaining the principles of heredity; i.e., dominance/recessiveness, unit of inheritance, segregation and independant assortment, that are based on mathematically predictable results from observations of a single trait
	• describing the behaviour of chromosomes during mitosis, meiosis and fertilization
	• describing, in terms of bases and base sequences, the structure and function of deoxyribonucleic acid (DNA) understanding that specific detailed knowledge of protein synthesis is not required
	• explaining the hereditary basis of sex-linked, nondisjunction, point mutation and chromosomal aberrational disorders, such as Down's syndrome, phenylketonuria and hemophilia
	• describing the importance of molecular biology techniques; i.e., recombinant DNA and gene splicing.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the thinking processes and skills associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding how mathematical models are used to explain and make predictions based on the principles of heredity, describing in general terms chromosomes, the structure and function of DNA, and the hereditary basis of human diseases; and by investigating probability and inheritance, single factor inherited human traits, and mitosis and meiosis, within the context of:
• performing experiments to investigate the relationships between chance and inheritance, and inferring their importance to genetics	• debating or examining the issue of genetic counselling in society from a variety of perspectives OR
• investigating the presence of single factor, inherited human traits in peer groups or families	• describing the human genome project and the relationship between this research project and societal needs and interests OR
• preparing plant tissue for microscopic observation of the process of mitosis, observing prepared slides of the process of meiosis, and comparing the two processes.	• describing, in general terms, the functioning and use of alternative reproductive technologies, and assessing their possible impact on society OR
	• debating the "nature versus nurture" issue as an example of the limitations of science and technology to provide complete answers to all questions OR
	• discussing the use of technology to solve practical problems; e.g., the pharmaceutical applications of biotechnology OR
	• any other relevant context.

UNIT 2
CHEMISTRY IN THE ENVIRONMENT

OVERVIEW

Science Themes: *Change, Matter* and *Systems*

In Unit 2, students examine the role of chemistry in environmental studies, with a focus on the properties and reactions of acids, bases and selected organic compounds. The important effects of synthetic organic compounds and acids and bases on living and nonliving *systems* are explored.

This unit builds upon Science 10, Unit 3: Energy and Matter in Chemical Change; and Science 20, Unit 3: Chemical Changes; and provides a foundation for the further study of chemistry.

The three **major concepts** developed in this unit are:

- acids and bases affect the chemistry of aqueous *systems* and have important environmental effects
- chemistry is an essential component of environmental studies
- organic compounds can have environmental effects.

In this unit, *students will develop* an ability to use the **thinking processes and skills** associated with the practice of science, emphasizing:

- analyzing and synthesizing data from the study of chemistry in the environment
- evaluating the procedures used in the study of chemistry in the environment.

The **STS connections** in this unit illustrate:

- the inability of science to provide complete answers to all questions
- the functioning of products or processes based on scientific principles
- the influence of the needs, interests and financial support of society on scientific and technological research.

ATTITUDES

Students will be encouraged to:

- value the role of precise observation and experimentation in learning about the chemistry of acids, bases and organic compounds
- value the need for safe handling, storage and disposal of chemicals
- recognize the limits of current scientific knowledge of complex environmental problems
- demonstrate intellectual honesty, open-mindedness and objectivity when assessing environmental effects caused by chemical *change*
- appreciate the benefits to society of acids, bases and synthetic organic compounds
- recognize that the application of technology by human societies can have beneficial and harmful effects on biological *systems*
- value the role of chemistry in monitoring the environment and in understanding and working to resolve environmental problems
- develop an awareness of the need for evaluating environmental issues from a variety of perspectives.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
1. Acids and bases affect the chemistry of aqueous *systems* and have important environmental effects.	• acids and bases affect the chemistry of aqueous systems and have important environmental effects, by extending from Science 20, Unit 3, a knowledge of solutions, and by: • defining acids and bases in terms of the Brønsted–Lowry principle • outlining the procedures and regulations governing the safe handling, storage and disposal of acidic and caustic chemicals • describing the relationship between pH and hydronium ion concentration; i.e., a change of 1 in pH is equivalent to a ten-fold change in the hydronium ion concentration • calculating pH from hydronium ion concentration, and hydronium ion concentration from pH • differentiating between strength and concentration, using examples of organic and inorganic acids • explaining how buffers maintain a relatively constant pH when small amounts of acid or base are added to an aqueous system • explaining the importance of maintaining a relatively constant pH in living systems • explaining what is meant by the buffering capacity of soil or bedrock • explaining the colour changes of indicators in terms of the Brønsted–Lowry principle • determining the concentration of a strong acid or a strong base, using stoichiometry and titration data • describing changes to the living and nonliving environment caused by acid deposition, such as accelerated corrosion, metal leaching from bedrock and the physiological effects on living organisms.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the thinking processes and skills associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding the effects of acids and bases on aqueous systems and the environment, defining acids and bases, pH, strength, concentration, buffers and indicators; describing the sources, causes and effects on the environment of acid rain; and by using tests to differentiate solutions, using titration to determine concentration, carrying out investigations into acid rain and buffers, and evaluating technology for reducing acid rain, within the context of:
• measuring the pH of some common substances, using a pH meter and/or pH paper and indicators • differentiating among acids, bases, neutral ionic and neutral molecular compounds, using diagnostic tests • differentiating between strong and weak acids and bases, using diagnostic tests • carrying out and evaluating a titration experiment to determine the concentration of an acid or base solution • carrying out and evaluating an experiment to investigate buffer action.	• describing, in general terms, the commercial processes used to produce acids and bases; e.g., hydrochloric acid and sodium hydroxide; and providing examples of how these products are put to use OR • examining, from a variety of perspectives, the issue of transporting acidic and caustic substances through populated areas; and describing ways to solve problems at an accidental acid or base spill, using dilution and neutralization in order to protect the environment from damage OR • explaining, in terms of the scientific principles involved, how the pH of body fluids is maintained at a constant level when various foods are digested and absorbed OR • any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
2. Chemistry is an essential component of environmental studies.	• chemistry is an essential component of environmental studies, by:
	• outlining the chemical reactions that lead to the production of air pollutants, such as sulphur dioxide, nitrogen oxides and photochemical smog
	• writing reaction equations to represent the production, prevention and treatment of acid deposition components
	• outlining, briefly, the evidence indicating that chlorofluorocarbons (CFCs) are involved in the depletion of the ozone layer
	• indicating the source of water pollutants, such as phosphates, hydrocarbons, organic matter, heavy metals, dioxins and furans
	• explaining the sampling protocols and analysis techniques used in monitoring water quality, such as taking samples from several different depths and points on a lake or river, storing and transporting samples in appropriate containers, maximum storage time before testing
	• describing, briefly, some methods used to monitor water quality, such as tests for biochemical oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD), pH, turbidity, heavy metals and organic compounds in water.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the thinking processes and skills associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding the chemical processes that lead to the production of common air and water pollutants and depletion of the ozone layer, and explaining the sampling protocols, analysis techniques and methods used to monitor water quality; and by collecting and testing water samples, and designing an experiment to investigate seasonal variations in the composition of water in their community, within the context of:
• collecting and testing samples of water, using standard procedures • evaluating sources of error in water quality testing • testing and evaluating a method for purifying water • identifying variables and controls in environmental studies • designing an experiment that would investigate seasonal variations in the composition of water in the community • constructing an acid rain simulator • illustrating, with the use of maps, the role of weather in the distribution patterns of acid deposition • designing, carrying out and evaluating an investigation of some of the environmental effects of acid rain • evaluating technology for reducing acid rain or its effects • researching current information on the effects of acid rain on agriculture, aquaculture and forestry.	• investigating sources of water pollution in their community or local area; and establishing the central role of experimental evidence in the accumulation of knowledge regarding the pollution and its sources OR • describing the chemical principles involved in the technologies designed to reduce pollution, and evaluate the effectiveness of these technologies, given the limitations of scientific knowledge and technology to solve environmental problems OR • identifying and explaining the human activities which contribute to acid deposition in terms of chemical principles and analyzing the relationships among societal needs, interests and financial support for scientific research into acid deposition, and the need for technologies to reduce acid-forming emissions OR • analyzing, from a variety of perspectives, some methods being used to reduce the incidence and effects of acid rain, such as reducing the sulfur content of coal, collecting sulfur dioxide emissions to make sulfuric acid, and liming lakes; and explaining what is meant by a "technological fix" attitude and the limitations of scientific knowledge and technology in reducing the effects of acid rain OR • any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
3. Organic compounds can have environmental effects.	• organic compounds can impact the environment, by recalling from Science 20, Unit 3, the source of petrochemicals, and by:
	• identifying halogenated hydrocarbons, alcohols, aldehydes, ketones, carboxylic acids and esters from the functional groups in their structure
	• providing the names, formulas and common uses of members of the above categories of compounds containing up to three carbon atoms
	• describing, in general terms, the chemical and physical processes involved in converting natural wood fibre into paper, and the environmental concerns associated with the pulp and paper industry
	• identifying and describing the environmental issues related to the byproducts; e.g., dioxins and furans, of particular processes involving organic compounds in terms of the need to protect the environment for future generations
	• tracing the possible movement of a pesticide through an ecosystem, identifying any harmful effects that could occur.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the thinking processes and skills associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding organic compounds and their environmental effects by identifying the functional groups, names, formulas and uses of common examples; describing natural and synthetic polymers and pesticides and their effect on living systems and the ecosystem; and by investigating the properties of and preparing examples of organic compounds, within the context of:
• investigating the properties; e.g., state, solubility, odour, melting point, boiling point, of representative alcohols, aldehydes, ketones, organic acids and esters	• explaining, in general terms, the technological processes and scientific principles applied to synthesize many useful compounds from fossil fuels OR
• investigating, through experimentation or research, the action of a pesticide; i.e., target specificity, accumulation in the environment, biodegradability, effectiveness	• identifying and describing, in an objective and open-minded way, the environmental issues related to the production and use of petrochemicals, and assessing the risks and benefits associated with the use of petrochemicals, such as pesticides; and evaluating alternatives to petrochemicals in light of the need to protect the environment and use natural resources judiciously OR
• preparing a synthetic organic compound, and investigating its properties; e.g., an alcohol, an ester, a soap.	• researching current technologies related to finding alternative methods of producing cellulose/paper OR
	• describing positive and negative effects of current and past developments in synthetic organic chemistry, and citing examples of the influence of societal needs, interests and financial support for scientific and technological research in this area OR
	• any other relevant context.

UNIT 3
ELECTROMAGNETIC ENERGY

OVERVIEW

Science Themes: *Diversity* and *Energy*

In Unit 3, students focus on *energy* transmission by means of electromagnetic waves. The entire electromagnetic spectrum is studied, from the very long, low frequency radio waves through visible light waves to very short, high frequency gamma rays. The *diverse* applications of electromagnetic *energy* in scientific research and telecommunications are emphasized. The unit concludes with the role electromagnetic radiation plays in the study of the history and structure of the Universe.

This unit builds upon Science 9, Unit 4: Electromagnetic Systems; and Science 20, Unit 1: The Changing Earth; and provides a foundation for the further study of electromagnetism.

The four **major concepts** developed in this unit are:

- field theory is one of the most important ideas in modern science
- field theory can be used to explain the operation of many important electric devices
- the electromagnetic spectrum is a continuous range of electromagnetic waves with specific characteristics and similar properties
- the study of the history and structure of the Universe uses the entire electromagnetic spectrum.

In this unit, *students will develop* an ability to use the **thinking processes and skills** associated with the practice of science, emphasizing:

- collecting and recording
- analyzing data
- connecting, synthesizing and integrating data from investigations of the electromagnetic spectrum.

The **STS connections** in this unit illustrate:

- the functioning of products or processes based on scientific principles
- the ways in which science advances technology and technology advances science
- the influence of the needs, interests and financial support of society on scientific and technological research.

ATTITUDES

Students will be encouraged to:

- appreciate the need for empirical evidence in interpreting observed phenomena
- appreciate the need for accurate and honest communication of all evidence gathered in the course of an investigation
- value the technological applications of electromagnetic radiation
- appreciate how telecommunications technology can gather new information about the Universe
- recognize the restricted nature of evidence gathered using telecommunications technology
- recognize that the ongoing developments in telecommunications are a result of the interaction between science and technology
- appreciate the need for safety precautions when working with electricity.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
1. Field theory is one of the most important ideas in modern science.	• field theory explains action at a distance, by extending from Science 20, Unit 4, the knowledge that $F=\frac{Gm_1m_2}{r^2}$, and by: • defining a field as the value of a quantity by virtue of position • comparing scalar and vector fields; e.g., temperature as a function of position and electric field vector as a function of position • describing the basic characteristics of all vector fields—source, direction and strength of field—as determined by a test object • comparing gravitational, magnetic and electric fields in terms of basic characteristics.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the thinking processes and skills associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding that the concept of field explains action at a distance, and describing, comparing and contrasting scalar, vector, gravitational, electric and magnetic fields; and by comparing and contrasting the interactions of static electric charges and magnetic poles, and drawing diagrams of gravitational, electric and magnetic fields, using field lines, within the context of:
• comparing the interaction of static electric charges to the interaction of magnetic poles • drawing diagrams to represent gravitational, magnetic and electric fields, using field lines • calculating gravitational field strength at a given distance from a source • calculating electrical field strength at a given distance from a source and between charged parallel plates.	• describing fields encountered in everyday experiences, and describing, in general terms, scientific and/or technological advances that led to the development of devices, such as the telephone, tape-recorder, photocopier OR • any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
2. Field theory can be used to explain the operation of many important electric devices.	• field theory can be used to explain the operation of devices used to produce, transmit and transform electrical energy, by extending from Science 10, Unit 4, the knowledge that $E = Pt$, and by:
	• describing the relationships among current, voltage and resistance, using Ohm's law
	• describing the relationships among power, current, voltage and resistance
	• comparing series and parallel circuits in household wiring
	• distinguishing between direct current and alternating current in terms of electron movement and electric field
	• describing the advantages of alternating current over direct current for transmitting and using electrical energy
	• describing how electric fields can produce magnetic fields, and how magnetic fields can produce electric fields
	• explaining the operation of a transformer in terms of changing electric and magnetic fields.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the thinking processes and skills associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding that the functioning of technologies used to produce, transmit and transform electrical energy can be described and explained using field theory, and applying Ohm's law; and by constructing and numerically analyzing simple series and parallel circuits, and investigating motors and generators, and empirically investigating the functioning of a transformer, within the context of:
• using a mechanical (collision) model to illustrate electric current and resistance in conductors • calculating any variable in the equation $V=IR$, given the other two variables • calculating any variable in the equation, $P=VI$, given the other two variables • calculating any variable in the equation, $P=I^2R$, given the other two variables • constructing simple series and parallel circuits involving up to three resistors, and measuring the voltage, current and resistance • investigating the effect of a conductor moving through a magnetic field • building a simple electric motor • comparing electric motors and generators • designing, carrying out and evaluating an investigation of the relationships among the current, voltage and number of turns in the primary and secondary coils of a transformer.	• explaining the functioning of safety technologies in household circuits, such as fuses, circuit breakers, polarized plug and grounding wires in terms of basic scientific principles and design OR • describing some current uses of technologies, such as electromagnets and transformers to solve practical problems in the school and the home OR • describing the functioning of the technology used to measure household electrical energy, and explaining how the cost of electrical energy is calculated OR • describing current technology, such as more efficient lighting and motors, for using electricity more productively, and relating these technological developments to the need to protect the environment and use natural resources judiciously OR • any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
3. The electromagnetic spectrum is a continuous range of electromagnetic waves with specific characteristics and similar properties.	• the electromagnetic spectrum is a continuous range of electromagnetic waves with specific characteristics and similar properties, by extending from Science 20, Unit 2, knowledge of the characteristics of transverse waves, and by: • predicting the effects of changing one, or a combination, of variables in the relationship $v = f\lambda$ on any one of the remaining variables • explaining that electromagnetic radiation is produced by accelerating charged particles • explaining the propagation of electromagnetic radiation in terms of perpendicular electric and magnetic fields varying with time, travelling away from their source at the speed of light • describing the range of the electromagnetic spectrum from low frequency radio waves, through microwaves, infrared, visible, ultraviolet and X-rays, to very short, high frequency gamma rays • comparing, to each other, the various constituents of the electromagnetic spectrum on the basis of source, frequency, wavelength, energy and effect on living tissue • describing, qualitatively, the phenomena of reflection, refraction and polarization of visible light • comparing the characteristics of radiation from any region of the electromagnetic spectrum with those of visible light.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the thinking processes and skills associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding that the electromagnetic spectrum is continuous with waves of specific yet similar characteristics; and explaining electromagnetic radiation and propagation; and by investigating reflection, refraction and polarization of visible light; and drawing diagrams illustrating modulated radio waves and radio communication systems, and investigating and explaining, in general terms, remote sensing technology, within the context of:
• calculating any variable in the equation $v = f\lambda$ given two of the three variables of frequency, wavelength and speed of electromagnetic propagation	• describing examples of natural and human-made electromagnetic energy; and evaluating the impact of electromagnetic radiation technology on daily activities and quality of life OR
• performing and evaluating experiments that investigate reflection and refraction of visible light	• researching and analyzing, by identifying assumptions, attributes, biases, claims or reasons, the public concern regarding exposure to electromagnetic radiation from video terminals and high voltage lines, and supporting a conclusion of whether or not a problem exists OR
• performing an experiment to demonstrate total internal reflection	• describing, in general terms, the use of fibre optics technology in solving modern communication and medical problems; and explaining, in general terms, the use of visible light in the functioning of laser and videodisc technology OR
• performing an experiment to demonstrate the polarization of visible light	• describing, in terms of scientific principles, examples of polarized light encountered in daily life OR
• drawing diagrams to illustrate amplitude and frequency modulated radio waves	• identifying medical and industrial uses of gamma ray, X-ray and ultraviolet light technology to solve practical problems and advance scientific knowledge OR
• drawing block diagrams to illustrate the functional relationships among the components of an AM radio transmitter, a simple radio receiver and an optical fibre communications system	• describing, in general terms, the use of microwaves, radio waves and infrared light in communications and remote sensing technology to solve practical problems and advance scientific knowledge OR
• investigating and explaining remote sensing technology used to study the atmosphere and the surface of Earth; e.g., ice movement, crop conditions and forest damage.	• any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
4. The study of the history and structure of the Universe uses the entire electromagnetic spectrum.	• the electromagnetic energy emitted by celestial bodies is used in the study of the history and structure of the Universe, by:
	• explaining that nuclear fusion in the Sun produces a wide spectrum of electromagnetic radiation
	• explaining that telescopes are designed to gather information about the universe by collecting as much electromagnetic radiation as possible; i.e., reflecting, refracting and radio telescopes
	• describing how Earth's atmosphere absorbs certain frequencies of electromagnetic radiation
	• describing the conditions necessary to produce line emission and line absorption spectra in terms of light source and temperature
	• interpreting the composition of objects or substances on the basis of the emission or absorption spectra they produce
	• describing how the surface temperature of a star can be estimated from the distribution of energy in its spectrum
	• explaining that the solar system is part of the Milky Way galaxy, one of billions of galaxies in the Universe
	• explaining the use of the Doppler shift in spectral lines in measuring the speed of distant stars
	• describing the empirical evidence that indicates that the Universe is expanding
	• describing the empirical evidence for the evolution of stars and the existence of black holes
	• comparing the big bang theory with the steady state theory, specifying supporting scientific evidence.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the thinking processes and skills associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
• representing a nuclear change occurring in the Sun, with the equation, $^{2}_{1}H + ^{2}_{1}H \rightarrow ^{3}_{2}He + ^{1}_{0}n$ • observing a continuous spectrum of sunlight, with the use of a prism or diffraction grating • observing line spectra, using a diffraction grating and/or spectroscope • observing and describing colour changes as the temperature of an incandescent object is gradually increased • investigating and reporting on the use of satellite communications technology in receiving and transmitting information used to study the Universe • expressing astronomical distances, using astronomical units (AU) and light years • estimating the age of the Universe, assuming current rates of expansion.	• understanding that electromagnetic energy emitted by celestial bodies reveals the structure and history of the Universe and describing how the temperature and composition of objects can be determined from spectra; and explaining and describing how Doppler shift evidence indicates star speed and an expanding Universe; and by observing and describing various spectra, using diffraction gratings, and investigating and reporting on communications technology for studying the Universe, within the context of: • describing, in terms of the scientific principles involved, the role of the ozone layer in filtering ultraviolet radiation OR • describing, in general terms, the technological developments that enable the use of the entire electromagnetic spectrum to extend our knowledge of the Universe OR • describing, in general terms, and evaluating, objectively, the functioning of Earth-based optical and radio telescopes, satellites and space probes, and their role in gathering scientific evidence on the nature of the Universe, and the influence of the needs, interests and financial support of society on scientific and technological research OR • explaining how the studies of cosmic rays have advanced scientific knowledge and our understanding of the Universe and the structure of matter; and evaluating, from a variety of perspectives, the costs and benefits of, and societal support for, cosmological research OR • speculating, recognizing the central role of evidence in the accumulation of scientific knowledge, and its limitations in the development of theories on how the Universe began and how it might end OR • any other relevant context.

UNIT 4
ENERGY AND THE ENVIRONMENT

OVERVIEW

Science Themes: *Energy* and *Systems*

In Unit 4, students investigate the potential of a wide range of renewable and nonrenewable *energy* sources to provide for global *energy* needs. In considering the merits of alternative *energy* sources, the major guiding principle is that the global demand for *energy* must be reconciled with the need for a viable global *ecosystem*.

This unit builds on the concepts of *energy* and *systems* developed in Science 10, Unit 1: Energy from the Sun; and Unit 4: Change and Energy; and in Science 20, Unit 1: The Changing Earth; Unit 2: Changes in Living Systems; and Unit 3: Chemical Changes.

The four **major concepts** developed in this unit are:

- the global demand for *energy* must be reconciled with the need to maintain a viable biosphere
- the Sun is Earth's main source of *energy*
- mass is converted to *energy* in nuclear reactions
- the interaction of the gravitational fields of the Sun, Moon and Earth is the source of tidal *energy*.

In this unit, *students will develop* an ability to use the **thinking processes and skills** associated with the practice of science, emphasizing:

- organizing and communicating
- analyzing
- connecting, synthesizing and integrating data from investigations of *energy* and the environment
- evaluating the processes used in investigations of *energy* and the environment.

The **STS connections** in this unit illustrate:

- the functioning of products or processes based on scientific principles
- the use of technology to solve practical problems
- the ability and responsibility of society, through science and technology, to protect the environment and use natural resources judiciously to ensure quality of life for future generations.

ATTITUDES

Students will be encouraged to:

- appreciate the unity of science through the application of principles from biology, chemistry, physics and Earth sciences to the study of *energy* and the environment
- appreciate the need to reconcile the global demand for *energy* with the need to maintain a viable global *ecosystem*
- be concerned about the efficient use and conservation of *energy* resources locally and globally
- appreciate that issues related to *energy* and the environment involve the interrelationship of science, technology and society
- be open-minded when considering the merits of alternative *energy* sources
- consider all the evidence available when evaluating alternative *energy* sources
- develop a questioning attitude about the environmental impact of current and future *energy* sources.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
1. The global demand for *energy* must be reconciled with the need to maintain a viable biosphere.	• global energy demands must be reconciled with the need to maintain a viable biosphere, by:
	• describing the exponential growth of global energy consumption
	• explaining the importance of more efficient energy use in a global energy strategy
	• explaining the term "sustainable development"
	• describing the environmental impact of developing various energy sources, such as offshore oil, wind power, nuclear fission
	• identifying renewable energy sources that have the potential to provide a greater share of global energy needs.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the thinking processes and skills associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding and explaining that the growth of global energy demands must be reconciled with the need to maintain a viable biosphere in terms of efficient energy use, renewable energy sources, sustainable development and environmental impact; and by analyzing and interpreting graphs of energy consumption, and by carrying out investigations and calculations related to efficiency, within the context of:
• interpreting graphs of current and projected energy consumption • analyzing energy consumption by various sectors; e.g., metallurgy, petrochemical, pulp and paper, transportation • designing and constructing a hot water heater, and calculating its efficiency • relating exponential growth to half-life.	• evaluating the consequences of Canada's per capita energy consumption on the biosphere; and identifying and evaluating ways, including recent technology, to use energy more efficiently in the home, large buildings or the community, in order to protect the biosphere, thereby ensuring quality of life for future generations OR • assessing the environmental impact of a primary local energy source, such as hydroelectric and coal-burning power and their effect on quality of life for future generations OR • any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
2. The Sun is Earth's main source of *energy*.	• the Sun is Earth's main source of energy, by extending from Science 10, Unit 1, a knowledge of the Sun's role in photosynthesis and weather, and by:
	• indicating what proportion of the solar radiation striking Earth creates the wind, powers the water cycle and initiates photosynthesis
	• describing the conversion of radiant solar energy into thermal and electrical energy
	• explaining how wind and water power originate in the Sun
	• explaining how the energy stored in fossil fuels originated in the Sun
	• predicting heats of combustion for different fuels, using heats of formation and Hess's law
	• comparing cellular respiration to the combustion of fuels.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the thinking processes and skills associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding and explaining how solar radiation initiates photosynthesis, creates fossil fuels, drives wind and water power; and how radiant solar energy is converted to other forms; and by investigating the combustion of fuels and cellular respiration; and by designing, carrying out and evaluating experiments to compare various ways of converting energy, within the context of:
• drawing analogies between the Sun heating the Earth as a closed system, and heating a home as a closed system	• comparing and contrasting ancient and modern technologies for directly harnessing solar energy, in terms of scientific principles OR
• comparing, graphically, the commercial potential of various renewable energy resources, such as solar power, wind power, hydroelectric power and biomass	• analyzing the functioning of "active" and "passive" solar heating technologies in terms of scientific principles, design features and constraints used in constructing solar heated buildings, such as homes or schools; and evaluating ways in which solar heating can be used to reduce heating costs OR
• designing, carrying out and evaluating an experiment to investigate the factors influencing the output of an energy conversion device; e.g., a solar collector, a photovoltaic cell, or a fossil fuel burner.	• describing the functioning of new technology for harnessing wind, water and biomass energy OR
	• describing the ability and responsibility of society, through science and technology, to protect the environment and use natural resources judiciously to ensure the quality of life for future generations; e.g., the commercial development of renewable and non-renewable energy resources OR
	• any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
3. Mass is converted to *energy* in nuclear reactions.	• mass is converted to energy in nuclear reactions, by extending from Science 30, Unit 3, a knowledge of the nuclear processes occurring in the Sun, and by:
	• applying, quantitatively, mass/energy equivalency to fission and fusion reaction; i.e., $E = \Delta mc^2$
	• describing the current state of fusion research
	• explaining the difference between fission and fusion reactions
	• describing the operation of a fission reactor, such as the Canadian Deuterium Uranium Reactor (CANDU)
	• comparing, quantitatively, the energy produced by nuclear, chemical and phase changes.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the thinking processes and skills associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
• observing evidence of radioactive decay in a cloud chamber • writing simple equations to represent nuclear reactions and to show the conservation of nucleons • applying, in quantitative terms, mass/energy equivalency to fission and fusion reactions • comparing conventional and nuclear power stations • representing, schematically, the energy input, conversion and output in a nuclear reactor • doing a risk/benefit analysis from a variety of perspectives of one of the following: – nuclear power station – geothermal power station – fossil fuel power station – hydroelectric power station – wind farm.	• understanding and explaining the difference between fission and fusion reactions, describing various places they occur, and comparing nuclear, chemical and phase changes; and by analyzing technologies for harnessing nuclear and geothermal energy, within the context of: • debating whether or not the needs and interests of society are being served by the expenditure of public money on fusion research OR • analyzing the risks and benefits of nuclear energy in terms of meeting societal needs, protecting the environment and using natural resources judiciously OR • explaining, in terms of the scientific principles involved, the relationship between nuclear energy and hot spring resorts in the Canadian Rockies OR • describing, in general terms, the functioning of technologies designed to harness geothermal energy OR • any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
4. The interaction of the gravitational fields of the Sun, Moon and Earth is the source of tidal *energy*.	• the interaction of the gravitational fields of the Sun, Moon and Earth is the source of tidal energy, by: • explaining the source of tides in terms of Newton's law of universal gravitation and the relative motions of the Sun, Moon and the Earth • describing the energy transformations involved in converting tidal energy into electrical energy.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the thinking processes and skills associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding and explaining that the source of tidal energy is the interaction of the gravitational fields of the Sun, Moon and Earth, describing the transformation of tidal energy to electrical energy; and by comparing and contrasting tidal and hydroelectric power, within the context of:
• using library resources to research the potential of tidal power	• describing the functioning of the technology required to harness the Bay of Fundy tides; and analyzing the risks and benefits of constructing tidal power stations in terms of meeting societal needs, protecting the environment and using natural resources judiciously
• comparing tidal power with hydroelectric power.	OR
	• any other relevant context.

D. BASIC LEARNING RESOURCES

Science 20

Print

Penner, Alex et al. *Visions 2*. Toronto, ON: Gage Educational Publishing Company, 1993.

ISBN 0771531184

Miller, David. *Visions 2: Teacher's Guide*. Toronto, ON: Gage Educational Publishing Company, 1993.

ISBN 0771531168

Science 30

Print

Austin, Kathy et al. *Visions 3*. Toronto, ON: Gage Educational Publishing Company, 1994.

ISBN 0771531192

Edwards, Lois et al. *Visions 3: Teacher's Guide*. Toronto, ON: Gage Educational Publishing Company, 1994.

ISBN 0771531176

Sciences 20–30
Programme d'études

Version provisoire

Alberta
EDUCATION

SSC7504

Sciences 20–30
Programme d'études

Version provisoire

Language Services Branch
Novembre 1994

Alberta
EDUCATION

SCIENCES

VISION : PROGRAMMES DE SCIENCES AU SECONDAIRE

Les programmes de sciences du niveau secondaire deuxième cycle aideront tous les élèves à atteindre le niveau de sensibilisation scientifique nécessaire pour fonctionner en tant que membres efficaces de la société. Les élèves pourront poursuivre des études et des carrières en sciences et acquérir une meilleure compréhension d'eux-mêmes et du monde qui les entoure. Le même cadre pédagogique a été utilisé dans l'élaboration de tous les programmes de sciences au secondaire deuxième cycle, y compris Sciences 10, Biologie 20 - 30, Chimie 20 - 30, Physique 20 - 30 et Sciences 20 - 30. Les connaissances, habiletés et attitudes que sont tenus d'acquérir les élèves sont abordées selon une philosophie d'apprentissage commune à tous les cours de sciences.

Dans les programmes de sciences du niveau secondaire deuxième cycle, les élèves se concentrent sur l'apprentissage de l'interconnexion des grandes idées et des principes. Ces idées, ou principes de base, émanent de connaissances scientifiques qui transcendent et unifient les disciplines des sciences naturelles. Ces notions de base comprennent notamment le changement/la transformation, la diversité, l'énergie, l'équilibre, la matière et les systèmes; le processus par lequel on développe le savoir scientifique, y inclus le rôle de la preuve expérimentale; ainsi que les rapports entre les sciences, la technologie et la société. Ces idées constituent aussi le cadre pédagogique du programme d'études et établissent le continuum avec les programmes du premier cycle, tout en se greffant à l'acquis des élèves.

Les programmes de sciences du niveau secondaire deuxième cycle accordent une plus grande importance au développement des méthodes d'enquête qui caractérisent l'étude des sciences. Les élèves développeront, par exemple, leur aptitude à poser des questions, à faire des enquêtes et des expériences; ils devront recueillir, analyser et évaluer de l'information scientifique, et vérifier des principes scientifiques et l'application de ceux-ci. Ils relèveront les défis inhérents à la résolution de problèmes et apprendront à utiliser la technologie. En ayant ainsi l'opportunité de développer et d'appliquer leurs habiletés, les élèves pourront mieux comprendre les connaissances qu'ils ont acquises.

On s'attend à ce que les élèves démontrent une appréciation des divers rôles des sciences et de la technologie dans leur compréhension de la nature. Les élèves démontreront de l'enthousiasme et une attitude positive vis-à-vis des sciences et ils y attacheront une importance dans leur quotidien.

Le contexte d'apprentissage fait partie intégrante des programmes de sciences du niveau secondaire deuxième cycle. Il a pour but d'encourager chez les élèves le développement d'attitudes formatrices et d'habiletés de base, d'accroître leur compréhension du savoir et des processus scientifiques, et de les inciter à établir des rapports entre les sciences, la technologie et la

société. Le contexte d'apprentissage sera pertinent à la vie des élèves, de sorte à leur permettre de vivre les sciences de façon intéressante et dynamique. Les situations propices à l'apprentissage seront d'autant plus probantes qu'elles fourniront des expériences concrètes que les élèves peuvent associer à leur univers.

Les programmes de sciences du niveau secondaire deuxième cycle sont centrés sur les élèves. Ces derniers participent activement à leur apprentissage et en assument une responsabilité toujours plus grande.

Ils apprécieront la valeur du travail d'équipe et contribueront positivement à la résolution de problèmes et à l'accomplissement de divers travaux.

SCIENCES 20–30

A. RAISON D'ÊTRE ET PHILOSOPHIE DU PROGRAMME

Les sciences sont par nature intéressantes, passionnantes et dynamiques. L'étude des sciences donne aux élèves l'occasion d'explorer et de comprendre le monde naturel, et de prendre conscience de l'importance des sciences dans leur vie. Un apprentissage positif se fait quand l'étude des sciences se rapporte à ce que les élèves savent déjà, estiment personnellement utile et considèrent significatif. Les jeunes apprennent le mieux à partir d'expériences concrètes qui présentent une vue authentique des sciences. En Sciences 20 - 30, les élèves étudient les sciences dans des contextes significatifs et entreprennent des activités positives qui facilitent le transfert de connaissances à des contextes nouveaux. Ceci encourage les élèves à continuer à étudier les sciences toute leur vie et à les apprécier comme une entreprise humaine remarquable, inspirante et stimulante, qui a un impact pratique sur leur vie et sur la société en général.

Les sciences sont expérimentales, créatrices et imaginatives; les méthodes d'enquête caractérisent l'étude des sciences. En Sciences 20 - 30, les élèves continuent à développer leur aptitude à poser des questions, à investiguer et à expérimenter; à recueillir, analyser et évaluer l'information scientifique; et à vérifier les lois et principes scientifiques et leurs applications. Ce faisant, les élèves exercent leur créativité et acquièrent des talents de pensée critique. Grâce à l'expérimentation, aux activités de résolution de problèmes et à l'étude indépendante, les élèves acquièrent une compréhension des processus par lesquels les connaissances scientifiques évoluent.

Le programme de Sciences 20 - 30 est centré sur les élèves. Ces derniers sont des apprenants actifs et ils assument une responsabilité toujours plus grande pour leur apprentissage à mesure qu'ils avancent dans le programme. Une étude approfondie des sciences est nécessaire pour donner aux élèves une compréhension qui les encourage à faire les applications appropriées des concepts scientifiques à leur vie quotidienne et les prépare pour des études supérieures dans le domaine des sciences. Les élèves sont censés participer activement à leur propre apprentissage. Le fait d'insister sur les concepts et principes-clés des sciences donne aux élèves une vision plus unifiée des sciences et une plus grande conscience des liens qui les unissent.

L'apprentissage des sciences se fera sur une période de temps variable dépendamment du style d'apprentissage de chacun et des compétences des élèves. Bien que le cours soit conçu en fonction de 125 heures ce temps d'enseignement peut être modifié pour répondre aux besoins individuels des élèves. Certains auront besoin de plus de 125 heures pour compléter le cours alors que d'autres en auront besoin de moins.

BUTS

Les buts majeurs du programme de Sciences 20 - 30 sont :

- de développer chez les élèves une compréhension des grandes idées et des principes interactifs qui transcendent et relient les sciences naturelles;
- de fournir aux élèves une meilleure compréhension de la vision, de l'enquête et de l'entreprise du monde scientifique;
- d'aider les élèves à atteindre le niveau de sensibilisation scientifique essentiel à tous les citoyens qui évoluent dans une société dotée d'une culture scientifique;
- d'aider les élèves à prendre des décisions informées sur des études ultérieures ou en vue de faire carrière dans le domaine des sciences;
- de fournir aux élèves des occasions d'acquérir des connaissances, habiletés et attitudes qui contribuent à leur développement personnel.

Sciences 20-30 est un programme académique intégré qui aide les élèves à mieux comprendre et appliquer les habiletés et concepts fondamentaux qui sont communs à la biologie, à la chimie, à la physique et aux sciences de la terre. Le programme est axé sur une présentation accessible à des principes scientifiques qui se dégagent d'événements naturels que connaissent les élèves et qui sont à l'origine de la technologie utilisée par ces derniers dans leur vie quotidienne. Le programme encourage l'enthousiasme pour l'entreprise scientifique et crée des attitudes positives face aux sciences vues comme une activité humaine présentant de l'intérêt et ayant une signification personnelle. Il développe chez les élèves les attitudes, les habiletés et les connaissances qui les aideront à devenir capables de se fixer des buts, de faire des choix informés et d'agir de façon à améliorer leur vie personnelle et la vie dans leur communauté, et à s'engager à le faire.

B. ATTENTES GÉNÉRALES POUR L'ÉLÈVE

Les attentes générales pour l'élève exposent les nombreuses facettes de la prise de conscience scientifique et servent de fondement aux attentes spécifiques pour l'élève que l'on retrouve à la section C. Les attentes générales pour l'élève sont développées en deux catégories : les attentes du *programme* et les attentes du *cours*.

«ATTENTES GÉNÉRALES POUR L'ÉLÈVE» DU PROGRAMME

Les «attentes générales pour l'élève» du *programme* sont des énoncés généraux concernant les attitudes, les connaissances scientifiques, les habiletés et les rapports sciences, technologie et société (STS), que les élèves devraient acquérir dans tous les programmes de sciences au secondaire deuxième cycle. Ces «attentes générales pour l'élève» du *programme* sont définies plus précisément dans les «attentes générales pour l'élève» du *cours* et sont ensuite développées plus spécifiquement dans l'étude d'unités individuelles en Sciences 20 et en Sciences 30. Toutes les attentes suivent une progression, du cours de Sciences 10 jusqu'au cours de Sciences 30, et bien qu'elles soient énumérées séparément, elles devraient être développées conjointement, à l'intérieur d'un contexte.

ATTITUDES

On encouragera les élèves à faire preuve :

- d'enthousiasme et d'un intérêt soutenu pour les sciences;
- des qualités réelles des scientifiques au travail telles que le respect des preuves, la tolérance de l'incertitude, l'honnêteté intellectuelle, la créativité, la persévérance, la coopération, la curiosité et le désir de comprendre;
- d'attitudes positives envers les compétences scientifiques comportant les mathématiques, la résolution de problèmes et les habiletés de processus;
- d'une ouverture d'esprit et de respect pour le point de vue d'autrui;
- d'une sensibilité pour leur environnement vivant et non vivant;
- d'appréciation pour les rôles des sciences et de la technologie dans notre compréhension du monde naturel.

CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES

On s'attend à ce que les élèves démontrent leur compréhension des thèmes qui transcendent les limites des disciplines scientifiques et illustrent les liens entre les sciences naturelles, notamment :

- *Changement* : comment toutes les entités naturelles se modifient avec le temps, comment la direction du changement peut être prédite et, dans certains cas, comment le changement peut être contrôlé;
- *Diversité* : l'ensemble impressionnant de formes vivantes et non vivantes de la matière et les procédures utilisées pour comprendre, classifier et distinguer ces formes à partir des constantes qui reviennent régulièrement;
- *Énergie* : la capacité de faire un travail qui est le moteur d'une grande partie de ce qui se passe dans l'univers grâce à la diversité de ses formes interconvertibles;
- *Équilibre* : l'état dans lequel les forces ou processus opposés s'équilibrent de façon statique ou dynamique;
- *Matière* : les éléments constitutifs et la diversité des états de la matière dans le monde physique;
- *Systèmes* : les groupes intimement liés de choses ou de phénomènes qui peuvent être définis par leurs limites et, dans certains cas, par leurs entrées et sorties.

HABILETÉS

On s'attend à ce que les élèves acquièrent et utilisent les processus cognitifs associés à la pratique des sciences pour comprendre et explorer des phénomènes naturels, résoudre des problèmes et prendre des décisions. On s'attend aussi à ce qu'ils travaillent en équipe, respectent le point de vue des autres, fassent des compromis raisonnables, fournissent des idées et fassent des efforts, et puissent faire preuve de leadership afin d'en arriver aux meilleurs résultats possibles. Ces processus comprennent plusieurs habiletés qui s'acquièrent à même le contenu du programme.

L'ensemble d'habiletés présenté ici suppose que les processus cognitifs sont souvent déclenchés par un problème non résolu ou par une question sans réponse. Règle générale, on doit d'abord définir le problème ou la question à résoudre et formuler des hypothèses avant de procéder à la collecte d'information. À certaines étapes du processus, il faut organiser et analyser l'information. Ce processus peut mener à de nouvelles idées par le biais de prévisions ou d'inférences, et ces nouvelles idées, une fois intégrées aux connaissances antérieures, peuvent établir un nouvel ordre de savoir. On aboutit peu à peu à un résultat tel qu'une solution, une réponse, ou une prise de décision. Finalement, on établit des critères pour juger des idées et de l'information, de sorte à évaluer tant le processus de résolution de problèmes que les résultats obtenus.

Les habiletés suivantes ne seront pas acquises de façon successive ou séparée. Le processus de réflexion efficace semble être non linéaire et récursif. Les élèves devront faire preuve de souplesse dans l'acquisition d'habiletés et de stratégies; ils devront apprendre à choisir et utiliser une habileté, une procédure ou une technologie assortie à la tâche, et à la vérifier, la modifier ou la remplacer au besoin par une stratégie plus efficace.

- **Conceptualisation et planification**

  - identifier et énoncer clairement le problème ou la question à l'étude;
  - distinguer entre les données, l'information pertinente et superflue;
  - recueillir et inscrire l'information de base;
  - identifier tous les variables et les contrôles;
  - identifier le matériel et les appareils requis;
  - formuler des questions, hypothèses et/ou prévisions pour orienter la recherche;
  - concevoir et/ou décrire un plan de recherche et de résolution de problèmes;
  - préparer les tableaux ou diagrammes d'observation nécessaires, et faire les calculs préliminaires.

- **Collecte et enregistrement des données**

  - exécuter la procédure et la modifier au besoin;
  - organiser et utiliser correctement les appareils et les matériaux, de sorte à recueillir des données expérimentales valables;
  - observer, recueillir et inscrire l'information ou les données minutieusement, selon les consignes de sécurité (ex. : WHMIS) et les considérations écologiques.

- **Organisation et communication des données**

  - organiser et présenter les données de façon claire et concise (thèmes, groupes, tables, graphiques, organigrammes et diagrammes de Venn);
  - communiquer les données de façon plus efficace à l'aide de calculs mathématiques et de statistiques;
  - exprimer les quantités mesurées et calculées au nombre approprié de chiffres significatifs et utiliser les unités SI appropriées pour désigner toute quantité;
  - communiquer les résultats de l'enquête dans un rapport clair et concis.

- **Analyse des données**

  - analyser les données ou l'information pour dépister des tendances, des constantes, des rapports, des indices de fiabilité et d'exactitude;
  - identifier et discuter les sources d'erreurs et leur effet sur les résultats;
  - identifier les suppositions, les attributs, les penchants, les affirmations ou les raisons;
  - identifier les idées principales.

- **Rapports, synthèse, intégration**

  - faire des prévisions à partir de données ou d'informations et déterminer si ces données viennent supporter ou falsifier l'hypothèse et/ou la prédiction;
  - formuler d'autres hypothèses vérifiables à partir du savoir et des connaissances acquises;
  - identifier d'autres problèmes ou questions à étudier;
  - identifier d'autres plans d'action, plans expérimentaux et solutions possibles;
  - proposer et expliquer ses interprétations ou ses conclusions;
  - élaborer des explications théoriques;
  - établir des rapports entre les données ou l'information et les lois, principes, théories ou modèles identifiés dans l'information de base;
  - proposer des solutions pour résoudre le problème étudié;
  - résumer et communiquer les résultats de l'enquête scientifique;
  - choisir la démarche à suivre.

- **Évaluation du processus et des résultats**

  - établir des critères pour évaluer les données, ou l'information;
  - considérer les conséquences et les tendances, les suppositions et les perspectives;
  - identifier les limites des données, ou de l'information, des interprétations ou des conclusions en fonction des méthodes ou des processus utilisés au niveau de l'expérience, de la recherche, de la conception du projet;
  - évaluer et proposer d'autres solutions en tenant compte des améliorations à apporter à la technique et au concept expérimentaux, à la prise de décisions ou au processus de résolution de problèmes;
  - évaluer et faire le bilan des idées, de l'information et des autres solutions.

Lectures supplémentaires

Pour une discussion plus détaillée sur l'intégration des habiletés de raisonnement et de recherche dans le contexte de l'enseignement des sciences, voir les publications d'Alberta Education : ***Enseigner à penser*** (1992) et ***Enseignement et recherche*** (1991).

SCIENCES, TECHNOLOGIE ET SOCIÉTÉ (STS)

On s'attend à ce que les élèves montrent qu'ils comprennent les processus par lesquels les connaissances scientifiques se développent, et les rapports d'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, notamment :

- le rôle central de la preuve expérimentale dans l'accumulation des connaissances et la façon dont les théories proposées peuvent être corroborées, modifiées ou réfutées;
- les limites des sciences quant à l'apport de réponses complètes à toutes les questions;
- le fonctionnement de produits ou de processus, à partir de principes scientifiques;
- l'effet réciproque qu'a l'avancement des sciences sur la technologie;
- l'utilisation de la technologie pour résoudre des problèmes pratiques;
- les limites des connaissances scientifiques et de la technologie;
- l'influence des besoins, des intérêts et de l'appui financier de la société sur la recherche scientifique et technologique;
- la capacité et la responsabilité qu'a la société, grâce aux sciences et à la technologie, de protéger l'environnement et d'employer judicieusement ses ressources naturelles afin d'assurer une qualité de vie pour les générations futures.

Lecture supplémentaire

Pour des lectures supplémentaires sur l'intégration des rapports sciences-technologie-société en salle de classe, voir la publication d'Alberta Education : ***Enseignement des sciences STS : Pour unifier les buts de l'enseignement des sciences*** (1992).

«ATTENTES GÉNÉRALES POUR L'ÉLÈVE» DU COURS

Les «attentes générales pour l'élève» du *cours* sont spécifiques au cours de Sciences 20 et de Sciences 30 et font le lien entre les «attentes générales pour l'élève» du *programme* et les «attentes spécifiques pour l'élève» de chaque module.

Les attentes concernant les attitudes font référence à ces prédispositions qui doivent être encouragées chez les élèves. Ces attentes incluent les attitudes face aux sciences, le rôle des sciences et de la technologie et les contributions des sciences et de la technologie envers la société. Les attentes concernant les connaissances scientifiques sont les principaux concepts scientifiques étudiés dans chacun des cours. Les attentes concernant les habiletés font référence aux processus de la pensée et aux capacités associées à la pratique des sciences, y compris la compréhension et l'exploration de phénomènes naturels, et la résolution de problèmes. Les attentes concernant les liens entre les sciences, la technologie et la société mettent l'accent sur les processus par lesquels la connaissance scientifique est développée et sur les relations entre les sciences, la technologie et la société.

La dernière attente du *cours* fait le lien entre l'étude des sciences, les carrières, la vie quotidienne et les études ultérieures.

Bien qu'on ait spécifié les attitudes, les connaissances scientifiques, les habiletés et les liens STS, ils devraient être développés ensemble à l'intérieur d'un ou plusieurs des contextes énumérés ci-dessous.

SCIENCES 20 - 30

Attitudes

Les élèves seront encouragés à :

- apprécier le rôle de la preuve empirique et des modèles en sciences, et accepter l'incertitude dans les explications et les interprétations de phénomènes observés;

- apprécier la curiosité, l'ouverture à de nouvelles idées, la créativité, la persévérance et le travail de coopération démontrés par les scientifiques, et faire un effort pour développer ces mêmes caractéristiques personnelles;

- apprécier le rôle joué par les sciences et la technologie dans l'avancement de notre compréhension du monde naturel, avoir l'esprit ouvert et respecter des points de vue différents lors de l'évaluation de l'information scientifique et de ses applications, et apprécier que l'application des sciences et de la technologie par l'humanité peut avoir des effets bénéfiques mais aussi néfastes et peut amener des dilemmes éthiques;

- démontrer un intérêt soutenu pour les sciences, apprécier le besoin de posséder une certaine compétence en calcul, et de posséder aussi des habiletés de résolution de problèmes et de processus, et apprécier l'exactitude et l'honnêteté quand les résultats de problèmes et d'investigations sont communiqués;

- apprécier la contribution de toutes les disciplines à caractère scientifique et des mathématiques à notre compréhension du monde naturel, et apprécier la nature multidimensionnelle des questions résultant de la relation entre les sciences, la technologie et la société.

SCIENCES 20

Les élèves seront capables :

Connaissances

- d'expliquer comment l'énergie et la matière sont transférées dans les transformations physiques et biogéochimiques et dans les cycles; et de prédire les transferts d'énergie et le mouvement de matière à la surface de la terre, entre les composantes dans les écosystèmes, et dans les systèmes électrochimiques;

- d'établir le rapport et d'appliquer, quantitativement, les lois de Newton au mouvement linéaire et circulaire des objets et des systèmes; et d'appliquer le principe de la conservation de la quantité de mouvement linéaire aux intéractions unidimensionnelles et aux technologies impliquant le mouvement;

- de décrire, en citant des preuves directes et indirectes, comment les changements continus dans la croûte terrestre sont expliqués par la théorie des plaques tectoniques, et comment les changements continus dans la biosphère sont expliqués par la paléontologie;

- de faire la différence entre électrolytes, non-électrolytes, acides et bases, oxydation et réduction; et d'identifier les ions communs en fonction de leurs propriétés, et d'expliquer l'application de ces propriétés à des transformations chimiques ou à des processus pertinents;

- d'appliquer les méthodes stœchiométriques pour prédire les quantités de produits et de réactifs; et de calculer la concentration et le volume de solutions, et la masse de soluté, dans une variété de transformations chimiques ou de processus pertinents;

- de nommer et de donner la formule structurale des hydrocarbures communs; et de classifier les réactions importantes des hydrocarbures utilisées pour produire des produits commerciaux et pétrochimiques.

Habiletés

- de faire des investigations et des tâches qui ont été écrites par eux-mêmes et par d'autres, qui ont quelques variables et qui donnent des preuves directes et indirectes; et de donner des explications basées sur des théories et des concepts scientifiques;

- de recueillir, vérifier et organiser des données dans des tableaux créés par eux-mêmes, et des graphiques et des diagrammes créés par d'autres, en utilisant des formes écrite et symbolique; et de décrire des découvertes ou des relations, en utilisant le vocabulaire, la notation, les théories et les modèles scientifiques;

- d'analyser et d'interpréter des données qui donnent des graphiques linéaires; et d'utiliser la notation SI appropriée, les unités et les formules de base dérivées; et de calculer la pente et l'aire sous la courbe des graphiques linéaires;

- d'utiliser le langage mathématique des rapports et des proportions, les équations simples, l'addition et la soustraction vectorielle unidimensionnelle, la stœchiométrie gravimétrique, et l'analyse d'unités pour résoudre des problèmes à une ou plusieurs étapes; et de communiquer les relations et les concepts scientifiques.

Rapports Sciences, Technologie et Société

- d'appliquer le raisonnement de cause à effet pour formuler des relations simples pour une situation donnée où la preuve scientifique supporte ou réfute une théorie; et de décrire les limites des sciences et de la technologie pour répondre à toutes les questions et pour résoudre tous les problèmes, à l'aide d'exemples appropriés et pertinents;

- de décrire et d'expliquer le plan et la fonction des solutions technologiques à des problèmes pratiques, à l'aide de principes scientifiques; et d'énoncer les façons par lesquelles les sciences font progresser la technologie et la technologie fait progresser les sciences, à l'aide d'exemples appropriés et pertinents;

- d'expliquer, pour une situation donnée, comment les sciences et la technologie sont influencées et supportées par la société, et de décrire la responsabilité qu'a la société, grâce aux sciences et à la technologie, de protéger l'environnement et d'utiliser judicieusement ses ressources naturelles;

- d'identifier des carrières reliées au sujet et d'appliquer les habiletés et les connaissances acquises en Sciences 20 à la vie de tous les jours et à de nouveaux concepts rencontrés dans des études ultérieures en sciences.

SCIENCES 30

Les élèves seront capables :

Connaissances

- de décrire la structure, le fonctionnement et les mécanismes régulateurs des systèmes circulatoire, immunitaire et nerveux, qui permettent à l'organisme humain d'échanger énergie et matière et d'avoir des interactions

avec l'environnement; et de décrire les effets de la matière, comme les acides, les bases et les composés organiques dans l'environnement, sur les systèmes vivants;

- d'étudier et de décrire l'application des propriétés de la lumière et d'autre radiation électromagnétique dans les communications, les technologies médicales, et comme preuve indirecte de l'évolution stellaire, des trous noirs, d'un univers en expansion et de la structure atomique;

- d'expliquer comment l'énergie solaire est emmagasinée et/ou convertie en d'autres formes d'énergie utiles dans la biosphère et comment la masse est convertie en énergie; et de prédire, quantitativement, les chaleurs de combustion de différents combustibles; et de comparer les quantités d'énergie produites dans les transformations nucléaires, chimiques et physiques; et de déterminer l'équivalence masse-énergie pour la fusion de l'hydrogène;

- de décrire la théorie du champ, comparer et contraster les champs électrique, magnétique et gravitationnel; et d'expliquer les applications pertinentes dans les technologies de transfert d'énergie, les télécommunications et les appareils électriques communs;

- d'appliquer les rapports, les probabilités et les principes d'hérédité pour prédire la régularité des caractéristiques héréditaires; et d'expliquer le comportement des chromosomes durant la mitose, la méiose, la gamétogénèse humaine et la fécondation humaine; et de décrire la structure moléculaire et le fonctionnement de l'ADN; et d'expliquer la base héréditaire des maladies et des troubles génétiques chez les humains;

- d'utiliser les concepts scientifiques pour différencier les acides des bases; et de classifier les composés organiques et d'identifier leurs propriétés en fonction des groupements fonctionnels présents; et de décrire comment ces composés sont utilisés pour produire des substances utiles; et d'étudier les problèmes environnementaux découlant de leur utilisation et de leur production.

Habiletés

- de faire et d'évaluer des investigations et des tâches qui ont été écrites par eux-mêmes et par d'autres, qui ont plusieurs variables et qui donnent des preuves directes et indirectes; et de donner des explications et des interprétations à l'aide de théories et de concepts scientifiques;

- de recueillir, vérifier et organiser des données dans des tableaux, des graphiques et des diagrammes créés par eux-mêmes, en utilisant des formes écrite et symbolique; et de décrire des découvertes ou des relations et de faire des prédictions, en utilisant le vocabulaire, la notation, les théories et les modèles scientifiques;

- d'analyser, interpréter et évaluer des données qui produisent des graphiques linéaires et à ligne courbe; et d'utiliser la notation SI appropriée, les unités et les formules de base dérivées; et de calculer et d'analyser la pente et l'aire sous la courbe des graphiques linéaires;

- d'utiliser le langage mathématique des rapports et des proportions, les équations, la probabilité simple, la stœchiométrie gravimétrique et de volume, et l'analyse d'unités pour résoudre des problèmes à une ou plusieurs étapes; et de communiquer les relations et les concepts scientifiques.

Rapports Sciences, Technologie et Société

- d'appliquer le raisonnement de cause à effet pour formuler des relations pour une variété de situations où la preuve scientifique supporte ou réfute une théorie; et d'expliquer les limites des sciences et de la technologie pour répondre à toutes les questions et pour résoudre tous les problèmes, à l'aide d'exemples appropriés et pertinents;

- de décrire et d'évaluer le plan et la fonction des solutions technologiques à des problèmes pratiques, à l'aide de principes ou de théories scientifiques; et d'énoncer les façons par lesquelles les sciences font progresser la technologie et la technologie fait progresser les sciences, à l'aide d'exemples appropriés et pertinents;

- d'expliquer et d'évaluer, pour une situation donnée, et d'une variété de perspectives données, comment les sciences et la technologie sont influencées et sont supportées par la société; et d'évaluer la capacité et la responsabilité qu'a la société, grâce aux sciences et à la technologie, de protéger l'environnement et d'utiliser judicieusement ses ressources naturelles;

- d'identifier les carrières reliées au sujet et d'appliquer les habiletés et les connaissances acquises en Sciences 30 à la vie de tous les jours et à de nouveaux concepts rencontrés dans des études ultérieures en sciences.

C. ATTENTES SPÉCIFIQUES POUR L'ÉLÈVE

LE CYCLE D'APPRENTISSAGE

Les «attentes spécifiques pour l'élève» se composent des attitudes, habiletés et connaissances qui feront l'objet de Sciences 20-30. Le recours au cycle d'apprentissage permet aux élèves de progresser de :

- l'introduction, qui définit les paramètres d'une leçon, dans un rapport STS, qui se rapporte à la vie des apprenants et qui crée des liens entre les expériences d'apprentissage présentes et passées en plus d'anticiper des activités qui mettent l'emphase sur le raisonnement des élèves et sur ce qu'ils ont appris dans l'activité, à

- l'exploration expérimentale d'un nouveau contenu qui permet aux élèves d'identifier et développer des concepts-clés et des habiletés à partir de leur expérience, à

- une phase de formulation d'hypothèses où les concepts sont développés de sorte à décrire un aspect particulier de leur exploration expérimentale et où on leur permet de communiquer leur compréhension conceptuelle ou démontrer leurs habiletés ou comportement, à

- une phase d'élaboration où l'on met l'emphase sur la compréhension des concepts-clés et où l'on donne l'occasion de mettre en pratique les habiletés désirées et les stratégies de résolution de problèmes, à

- une phase d'application où l'hypothèse, le vocabulaire et les modèles constats précédemment élaborés sont appliqués à de nouvelles situations, et reliés aux concepts-clés et principes des sciences, à

- une évaluation finale de la signification du nouvel apprentissage, dans un contexte STS, pour évaluer leur compréhension et leurs habiletés et donner aux enseignants la possibilité d'évaluer les progrès de l'élève en vue d'atteindre les standards du programme.

Les élèves examinent des phénomènes dans divers domaines pour montrer les rapports qui existent entre les sciences. Dans la mesure du possible, les exemples seront tirés du vécu de l'élève, de façon à ce que l'élève puisse faire le lien entre les connaissances scientifiques et la société qui l'entoure, la technologie que mettent au point les sociétés, et la nature même des sciences.

VUE GÉNÉRALE DU PROGRAMME

Le programme de Sciences 20-30 met l'accent sur les concepts-clés des sciences : *énergie*, *matière*, *changement/transformation*, *systèmes*, *diversité* et *équilibre*. Ces thèmes montrent les liens entre les disciplines scientifiques, et fournissent aux enseignants une structure pour montrer aux élèves comment chaque section du programme se rapporte aux grandes idées scientifiques.

En plus de développer une compréhension solide des concepts et principes fondamentaux des sciences, le programme de Sciences 20 - 30 a pour but d'éduquer les élèves sur la nature des sciences et de la technologie et sur les rapports qui existent entre les sciences et la technologie. Les élèves doivent prendre conscience de l'impact formidable que les sciences et la technologie ont sur la société mais, en même temps, ils doivent se rendre compte du rôle et des limites des sciences et de la technologie dans la résolution de problèmes à caractère sociétal.

SCIENCES 20

Les **transformations** est le thème commun à tous les modules de Sciences 20. Il est essentiel d'**analyser** les **transformations** pour comprendre ce qui est en train de se produire et prédire ce qui va se produire; le contrôle des **transformations** est essentiel pour concevoir des **systèmes** technologiques. Les principes de conservation de la masse, de l'énergie et de la

quantité du mouvement aident à prédire et à expliquer les **transformations** qui se produisent dans un **système** fermé.

Les principaux concepts permettent de faire des liens entre les quatre modules du cours et entre les huit modules des deux cours du programme.

Sciences 20 se compose de quatre modules d'étude :

Module 1 : La Terre en transformation perpétuelle
Module 2 : Les transformations dans les systèmes vivants
Module 3 : Transformations chimiques
Module 4 : Transformations du mouvement.

Chaque module de Sciences 20 utilise un contexte différent pour examiner les processus par lesquels les entités et les *systèmes* naturels se modifient avec le temps, et pour identifier des constantes communes de *transformation*. Dans le Module 1, les preuves géologiques servent à étudier les constantes de *transformation* que l'on retrouve dans la biosphère pendant toute la durée de l'histoire de la Terre. Le Module 2 examine la *transformation* continue de la biosphère, mettant l'accent sur le flux de *matière* à travers les cycles biogéochimiques et le flux d'*énergie* à travers les niveaux trophiques d'un *écosystème*. Dans le Module 3, les principes de *transformation* chimique sont examinés, de même que leur application dans l'industrie chimique. Le Module 4 examine le rapport entre la force et le mouvement des objets, utilisant les lois de Newton et la conservation de la quantité de mouvement pour expliquer et prédire les *transformations* du mouvement.

SCIENCES 30

Les thèmes de *systèmes* et d'*énergie* se retrouvent dans tous les modules de Sciences 30. Imaginer tout ensemble d'objets, de cellules ou de processus comme un *système* attire l'attention sur la façon dont les parties du *système* exercent une action réciproque les unes sur les autres. Les composantes d'un *système* s'influencent non seulement par le transfert de la *matière* et de l'*énergie*, mais aussi par le transfert de l'information.

Les principaux concepts permettent de faire des liens entre les quatre modules du cours et entre les huit modules de Sciences 20 - 30.

Sciences 30 se compose de quatre modules d'étude :

Module 1 : Les systèmes vivants répondent à leur environnement
Module 2 : La chimie dans l'environnement
Module 3 : L'énergie électromagnétique
Module 4 : L'énergie et l'environnement.

Sciences 30 approfondit les concepts et les habiletés introduits en Sciences 10 et en Sciences 20. Que le fait de faire des *transformations* dans une partie du *système* puisse causer des *transformations* profondes dans d'autres parties du *système* est illustré dans différents contextes dans chaque module de Sciences 30. Le Module 1 utilise l'organisme humain pour illustrer certains des mécanismes qui permettent aux systèmes vivants de répondre aux *changements* de leur environnement. Le Module 2 présente la chimie de l'environnement, se concentrant sur l'impact des acides, des bases et des composés organiques sur les *écosystèmes*. Dans le Module 3, on étudie l'*énergie* électromagnétique et on donne des exemples de son utilisation dans la communication et la recherche scientifique. Le Module 4 étudie l'éventail des sources d'*énergie* renouvelable et non renouvelable disponibles pour un emploi commercial, et considère l'impact de leur utilisation sur l'*écosystème* planétaire.

MODULE 1 : LA TERRE EN TRANSFORMATION PERPÉTUELLE

VUE GÉNÉRALE

Thèmes scientifiques : *Changement* et *Diversité*

Dans le Module 1, on examine, preuves à l'appui, la *diversité* des conditions climatiques et des formes de vie qui ont existé sur la Terre au cours des derniers 3,5 milliards d'années. On étudie et évalue certaines des théories qui ont été élaborées pour expliquer ces *changements*. En examinant les calottes glaciaires polaires on peut reconstituer un portrait des *transformations* cycliques survenues dans la biosphère au cours des cent derniers millénaires.

Ce module fait suite au Module 4, Sciences 8 : La surface de la Terre, et au Module 1, Sciences 10 : L'énergie solaire, et fournit aux élèves les fondements à l'étude des sources d'*énergie* présentées en Sciences 30, et sert de base aux cours de biologie et de sciences de la terre.

Les **quatre concepts majeurs** présentés dans ce module sont :

- les forces à l'intérieur de la Terre causent des *transformations* continuelles à la surface de la Terre;
- la paléontologie, qui est l'étude scientifique de la vie ancienne, emploie les fossiles comme source primaire de données;
- l'histoire des fossiles indique que l'environnement et les formes de vie sur la Terre ont subi une succession de *transformations* au cours de plus de 3,5 milliards d'années;
- l'histoire géologique indique que de grandes variations dans le climat de la Terre se sont produites au cours des deux derniers millions d'années.

Au cours de ce module, *les élèves acquerront* les **habiletés** et les **processus cognitifs** associés à la pratique des sciences, notamment :

- analyser des données;
- relier, synthétiser et intégrer des données;
- évaluer le processus d'enquête utilisé pour étudier la biosphère ancienne.

Les **rapports STS** de ce module serviront à illustrer :

- l'effet réciproque qu'a l'avancement des sciences sur la technologie;
- les limites du savoir scientifique et de la technologie;
- l'habileté et la responsabilité qu'a la société, au moyen des sciences et de la technologie, de protéger l'environnement et d'utiliser judicieusement ses ressources naturelles afin d'assurer une qualité de vie pour les générations à venir.

ATTITUDES

On encouragera les élèves à :

- adopter une attitude de questionnement à l'égard des transformations des formes de vie et des conditions environnementales sur la Terre;
- rechercher des constantes dans les données obtenues de différentes sources géologiques;
- respecter le rôle de la preuve empirique dans l'élaboration de théories scientifiques liées aux transformations des formes de vie et des conditions environnementales;
- considérer toutes les preuves disponibles quand ils évaluent les théories scientifiques liées aux transformations des formes de vie et des conditions environnementales;

- reconnaître l'unité des sciences grâce à l'application des principes et techniques biologiques, chimiques et physiques pour étudier l'histoire de la biosphère;

- reconnaître les limites des théories scientifiques courantes pour prédire les conditions environnementales futures sur la Terre;

- considérer plusieurs possibilités quand ils prédisent les conditions environnementales futures sur la Terre.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
1. Les forces à l'intérieur de la Terre causent des *transformations* continuelles à la surface de la Terre.	• les forces terrestres internes profondes causent des transformations continuelles à la surface de la Terre, en : – identifiant et décrivant les trois couches de la Terre : la lithosphère, l'asthénosphère et la mésosphère, en fonction de leur densité, de leur composition et de leur épaisseur; – décrivant la théorie de la tectonique des plaques, identifiant des preuves (par exemple, la distribution des volcans et des tremblements de terre, l'expansion des fonds océaniques, les caractéristiques semblables dans la formation des montagnes) qui corroborent la théorie; – décrivant comment la décomposition radioactive peut être la source de l'énergie géothermale; – expliquant comment la circulation par convection de la matière fondue constitue la force agissante de la tectonique des plaques; – expliquant comment l'énergie sismique (des tremblements de terre) se transmet par des ondes sismiques; – expliquant que les ondes sismiques peuvent être : - longitudinales (les particules vibrent parallèlement à la direction de la propagation) (par exemple, les ondes P) - transversales (les particules vibrent perpendiculairement à la direction de la propagation)(par exemple, les ondes S); – expliquant comment les ondes sismiques peuvent fournir des renseignements sur la structure interne de la Terre; – expliquant pourquoi la première atmosphère de la Terre était composée de gaz dégagés par les volcans.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant la théorie de la tectonique des plaques, sa capacité à expliquer et à prédire les tremblements de terre; les sortes d'ondes sismiques; et en utilisant l'échelle Richter, dans le contexte :
– comparer l'intensité des séismes à partir de leur indice à l'échelle Richter;	– de décrire un tremblement de terre récent en fonction de la théorie de la tectonique des plaques, la technologie employée pour mesurer l'intensité et l'emplacement d'un tremblement de terre, et les limites des méthodes actuelles de prédiction des tremblements de terre;
– évaluer la théorie de la tectonique des plaques en fonction de son efficacité à expliquer et à prédire les transformations à la surface de la Terre;	OU
– utiliser un ressort ondulant («Slinky») pour montrer la différence entre les ondes sismiques primaires et secondaires;	– d'expliquer, en termes de principes scientifiques et technologiques, comment des prédictions sismiques plus précises et l'utilisation d'immeubles résistants aux tremblements de terre, profiteraient à des millions de personnes dans le monde entier; et d'analyser comment l'environnement humain pourrait être plus résistant aux tremblements de terre;
– déterminer l'emplacement et l'intensité d'un tremblement de terre, à partir des données sur les ondes P et S, de cartes et de tableaux de conversion.	OU
	– tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
2. La paléontologie, qui est l'étude scientifique de la vie ancienne, emploie les fossiles comme source primaire de données.	• la façon dont sont utilisés les fossiles dans l'étude de la vie ancienne, en élaborant, à partir du Module 4, Sciences 8, leur connaissance que la diversité des roches sur la Terre est aujourd'hui le résultat des divers processus qui redistribuent les composantes des roches ignées originales, et en : – définissant radio-isotope, décomposition radioactive et demi-vie; – décrivant les procédures radiométriques employees pour estimer l'âge des minéraux et des fossiles; – expliquant comment les couches dans les roches sédimentaires et les fossiles qu'elles contiennent, constituent une chronologie de l'histoire naturelle; – décrivant les formes communes de fossilisation (par exemple, les restes d'une forme de vie, une empreinte ou une marque, une trace ou une sorte de piste, une traînée ou un chemin laisse par un organisme); – décrivant les principales caractéristiques de l'environnement et des formes de vie dans les quatre ères de l'histoire géologique : le précambrien, le paléozoïque, le mésozoïque et le cénozoïque.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant comment la paléontologie et l'analyse de fossiles et de minéraux a conduit, par la datation radiométrique, à la connaissance de la vie ancienne et du climat sur la Terre; et en interprétant des données obtenues à partir de roches, de minéraux et de fossiles pour faire des inférences sur les formes de vie anciennes et sur le climat, dans le contexte :
- identifier des exemples de roches ignées, métamorphiques et sédimentaires;	- de décrire, en termes généraux, le fonctionnement de la technologie de la datation radiométrique et son utilisation dans l'accumulation de preuves de vie préhistorique;
	OU
- interpréter des données obtenues par datation radiométrique des minéraux et fossiles, en utilisant le concepts de demi-vie;	- de décrire les recherches faites au Royal Tyrell Museum of Paleontology et d'autres projets conjoints de recherche, tel le projet Canada/Chine, qui ont permis une meilleure compréhension de la vie ancienne et du climat sur la Terre;
	OU
- inférer les âges relatifs de couches rocheuses en employant des principes géologiques;	- de discuter du coût et des avantages de la recherche paléontologique pour la société, d'expliquer l'influence des besoins, des intérêts et de l'appui financier de la société sur la recherche scientifique et technologique;
	OU
- faire des inférences sur les caractéristiques des formes de vie en se basant sur l'histoire des fossiles;	- de décrire comment les paléontologistes ramassent et interprètent des preuves de la vie ancienne, en expliquant le rôle central de la preuve expérimentale dans l'accumulation de connaissances et la façon dont les théories proposées peuvent être corroborées, modifiées ou réfutées;
- faire des inférences sur le climat en se basant sur l'histoire des fossiles;	OU
- tracer l'échelle des temps géologiques de la Terre.	- tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
3. L'histoire des fossiles indique que l'environnement et les formes de vie sur la Terre ont subi une succession de *transformations* au cours de plus de 3,5 milliards d'années.	• l'histoire des fossiles indique que les transformations sont survenues dans l'environnement et dans les formes de vie sur la Terre, en : – expliquant comment les transformations dans les formes de vie sont reflétées par l'histoire des fossiles; – expliquant pourquoi l'oxygène n'était pas une composante importante de l'atmosphère terrestre jusqu'à l'évolution de la photosynthèse et de la chlorophylle; – expliquant l'évolution comme une modification graduelle et persistante sur une très longue période de temps; – expliquant l'équilibre ponctué comme une autre façon d'envisager l'évolution; – employant la théorie de l'évolution pour illustrer comment les théories scientifiques se développent et sont révisées; – décrivant la théorie organique de la formation des combustibles fossiles; – décrivant les types communs de formation des roches qui servent de réservoirs pour le pétrole et pour le gaz naturel.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :* • comprenant l'importance de l'histoire des fossiles pour indiquer comment l'environnement et les formes de vie ont changé sur la Terre; le rôle des variations héritées et la théorie de l'évolution pour expliquer ces changements; et en évaluant les points de vue traditionnels et autres points de vue de l'évolution, dans le contexte :
– comparer le point de vue traditionnel de l'évolution avec le point de vue de l'équilibre ponctué, en respectant leur capacité d'expliquer les changements dans les formes de vie.	– d'expliquer les principes scientifiques dont il est question dans l'utilisation de fossiles et de la topographie sismique dans la prospection pétrolière; OU – d'expliquer, en fonction des principes scientifiques, pourquoi les réserves de combustibles fossiles ne sont pas infinies, et le besoin d'utiliser les ressources naturelles judicieusement; OU – d'expliquer le rôle central de l'histoire des fossiles dans l'accumulation de connaissances au sujet des changements qui se sont produits sur la Terre avec le temps, et que notre connaissance actuelle ne nous permet pas d'obtenir des réponses complètes à toutes les questions. OU – tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
4. L'histoire géologique indique que de grandes variations se sont produites dans le climat de la Terre au cours des deux derniers millions d'années.	• l'histoire géologique indique que de grandes variations se sont produites dans le climat de la Terre au cours des deux derniers millions d'années, en élaborant à partir des notions du Module 1, Sciences 10, sur la façon dont l'énergie solaire détermine le climat, et en : – décrivant les preuves géologiques qui indiquent que d'énormes glaciers se sont formés dans les régions arctiques et sont descendus plusieurs fois vers le sud sur de grandes surfaces du Canada; – décrivant comment la glaciation répétée a façonné la topographie et formé les régimes d'assèchement au Canada; – expliquant comme les carottes de glace prélevées sur les calottes glaciaires polaires indiquent les conditions climatiques probables de la planète il y a plus de cent mille ans; – expliquant qualitativement comment la géométrie de l'orbite terrestre autour du Soleil pourrait justifier les périodes de glaciation; – expliquant comment les changements de composition de l'atmosphère pourraient causer des transformations majeures dans le climat de la Terre; – discutant les prédictions actuelles du changement de climat dans un calendrier géologique.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant les preuves géologiques pour l'existence et la cause des périodes glaciaires et leur relation avec le changement de climat; et en interprétant les caractéristiques topographiques et les régimes d'assèchement en fonction de la glaciation passée; faisant des inférences à partir des carottes de glace, et évaluant et faisant la synthèse des prédictions actuelles du changement climatique planetaire dans le contexte :
– imiter les effets de la glaciation;	– de décrire le fonctionnement de la technologie utilisée pour analyser des échantillons de carotte de glace et son utilisation pour améliorer notre compréhension des conditions climatiques anciennes;
	OU
– interpréter les caractéristiques topographiques et les régimes d'assèchement en fonction de la glaciation passée;	– de décrire l'incapacité des sciences à donner des réponses complètes à toutes les questions; (par exemple, l'incertitude des prédictions actuelles du changement climatique planétaire);
	OU
– faire des inférences sur les conditions environnementales anciennes à partir de la composition de carottes de glace prélevées sur les calottes glaciaires polaires.	– d'explorer les règlements proposés pour réduire l'émission de gaz causant l'effet de serre en vue de ralentir le réchauffement de la planète et de protéger l'environnement;
	OU
	– d'expliquer la façon par laquelle les théories proposées peuvent être corroborées, modifiées ou réfutées, (par exemple, comment la topographie et les régimes d'assèchement de certaines régions fournissent des preuves de glaciation);
	OU
	– tout autre contexte pertinent.

MODULE 2 : LES TRANSFORMATIONS DANS LES SYSTÈMES VIVANTS

VUE GÉNÉRALE

Thèmes scientifiques : *Énergie, Matière, Changement, Systèmes*

Le Module 2 porte sur le cycle biogéochimique de plusieurs éléments dans la biosphère et les *écosystèmes* qui la composent. Le flux d'*énergie* est étudié en suivant l'*énergie* dans les niveaux trophiques d'un *écosystème*. Les caractéristiques marquantes d'un *écosystème* sont étudiées à l'aide d'exemples d'*écosystèmes* terrestres et aquatiques que les élèves connaissent et peuvent visiter dans leur région. À ces niveaux d'organisation, les *systèmes* biologiques *changent* avec le temps, de sorte qu'une communauté à l'intérieur d'un *écosystème* peut être remplacée par une communauté différente.

Ce module fait suite au Module 1, Sciences 10 : L'énergie solaire, et au Module 2 : La matière et l'énergie dans les systèmes vivants. Il constitue la base de l'étude de l'interaction des organismes humains avec leur environnement (Sciences 30), ainsi que des études supérieures en écologie.

Les cinq **concepts majeurs** présentés dans ce module sont :

- la *matière* suit un cycle dans la biosphère;
- l'*énergie* circule dans la biosphère;
- les *écosystèmes* sont définis par une gamme de caractéristiques;
- les *écosystèmes changent* souvent avec le temps;
- les organismes sont adaptés à leur environnement.

Dans ce module, *les élèves acquerront* les **habiletés** et les **processus cognitifs** associés à la pratique des sciences, notamment :

- recueillir et enregistrer des données;
- organiser et communiquer des données;
- analyser les données de leurs enquêtes scientifiques sur des *systèmes* vivants.

Les **rapports STS** de ce module serviront à illustrer :

- le rôle central de la preuve expérimentale dans l'accumulation des connaissances et la façon dont les théories proposées peuvent être corroborées, modifiées ou réfutées;
- le fonctionnement de produits ou de processus fondé sur des principes scientifiques;
- l'effet réciproque qu'a l'avancement des sciences sur la technologie.

ATTITUDES

On encouragera les élèves à :

- reconnaître l'unité des sciences grâce à l'application de principes et de mesures physiques et chimiques aux *systèmes/appareils* biologiques;
- reconnaître que les principes biologiques émergent de l'investigation des structures et fonctions des *systèmes/appareils* biologiques;
- reconnaître le fait que les principes biologiques s'appliquent à tous les niveaux de l'organisation biologique;
- reconnaître que les *systèmes/appareils* biologiques changent avec le temps de façon difficile à prédire;
- reconnaître que, par suite de la difficulté de faire des prédictions scientifiques, les scientifiques doivent respecter les preuves, tolérer l'incertitude et rester objectifs alors qu'ils persévèrent dans leur désir de comprendre les *systèmes/appareils* biologiques;

BEST COPY AVAILABLE

- reconnaître que notre compréhension des *systèmes/appareils* biologiques a été accrue par l'application de la technologie, en particulier par la mise au point d'instruments pour faire des mesures et gérer les données;

- reconnaître que l'application de la technologie par les sociétés humaines peut avoir des effets bienfaisants et néfastes sur les *systèmes/ appareils* biologiques.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
1. La *matière* suit un cycle dans la biosphère.	• la matière suit un cycle dans la biosphère, changeant de lieu et de combinaison chimique, en élaborant à partir du Module 1, Sciences 10, le rapport entre l'énergie solaire et le cycle hydrologique, et en :
	– décrivant en détail le cycle hydrologique, y compris le mouvement souterrain et l'entreposage de l'eau;
	– décrivant les cycles biochimiques du carbone, de l'oxygène et de l'azote;
	– expliquant pourquoi les niveaux de bioxide de carbone dans l'atmosphère sont beaucoup plus bas maintenant qu'ils ne l'étaient au début de l'histoire de la Terre.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant le cycle de la matière dans la biosphère, y compris le cycle hydrologique et les cycles biogéochimiques; et en recueillant des données, en mesurant, comparant et formulant des hypothèses vérifiables, dans le contexte :
– analyser et interpréter les taux de précipitations et d'évaporation dans un secteur de leur centre d'apprentissage et de comparer leurs données aux tendances à long terme;	– de décrire l'importance des aquifères en matière d'approvisionnement d'eau douce dans plusieurs régions du monde; et d'évaluer qualitativement les risques et les avantages pour l'environnement et la qualité de la vie d'employer l'injection de puits profonds pour se débarrasser des déchets;
	OU
– suivre de près les taux de consommation et de perte d'eau chez les plantes ou les animaux;	– d'expliquer la capacité et la responsabilité qu'a la société, grâce aux sciences et à la technologie, de protéger l'environnement; (par exemple, l'inquiétude créée par les systèmes septiques dans le développement des terrains);
	OU
– formuler des hypothèses sur la façon dont les altérations dans le cycle du carbone résultant de la combustion de combustibles fossiles pourraient influencer d'autres phénomènes cycliques, et proposer des moyens pour vérifier ces hypothèses.	– d'analyser l'effet de serre en fonction du cycle biogéochimique du carbone, et les limites des sciences et de la technologie quant à l'apport de réponses complètes à toutes les questions;
	OU
	– d'évaluer l'influence et les besoins de la société, et l'impact d'une gamme de technologies sur le cycle biogéochimique de l'azote;
	OU
	– tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
2. L'*énergie* circule dans la biosphère.	• l'énergie solaire suit un cycle dans les écosystèmes, en élaborant, à partir du Module 2, Sciences 10, sur la façon dont l'énergie solaire est retenue par la photosynthèse et en :
	– décrivant comment l'énergie se déplace d'un niveau trophique à l'autre, en utilisant le concept de chaines et de réseaux alimentaires, à l'aide d'exemples spécifiques d'autotrophes et d'hétérotrophes;
	– expliquant comment les niveaux trophiques peuvent être décrits en fonction des pyramides de nombres, de biomasse ou d'énergie;
	– expliquant la base énergétique des rapports biotiques comme la compétition interspécifique, la compétition intraspécifique, la prédation et la symbiose.
	– expliquant la bioaccumulation de composés dans la biosphère (par exemple, DDT, mercure);

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant que l'énergie circule dans la biosphère, en utilisant les relations biotiques, les chaînes, les réseaux et les pyramides alimentaires; et en formulant des hypothèses, créant des modèles et en faisant des simulations dans le contexte :
– construire, à partir des données sur l'énergie disponible à différents niveaux trophiques, une chaîne alimentaire pour montrer le nombre d'organismes consommés à chaque niveau;	– de décrire comment le mouvement de l'énergie et de la matière dans les chaînes et réseaux alimentaires qui peut aussi concentrer les polluants par le processus de bioaccumulation a des implications dans la protection de l'environnement pour les générations futures;
	OU
– créer un modèle pour expliquer la relation entre les populations de prédateurs et de proies, en résumant les caractéristiques de chacune qui font qu'elles sont adaptées à leur niveau trophique.	– d'évaluer les implications de l'introduction d'espèces exotiques sur le courant d'énergie dans un écosystème où les prédateurs naturels n'existent pas et les mesures à prendre concernant les conséquences d'une telle introduction;
	OU
	– tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
3. Les *écosystèmes* sont définis par une gamme de caractéristiques.	• les écosystèmes se définissent en fonction de facteurs biotiques et abiotiques, en : – faisant la différence entre facteurs biotiques et abiotiques; – expliquant comment les facteurs biotiques et abiotiques influencent un écosystème aquatique et terrestre dans la région de leur centre d'apprentissage (par exemple, cours d'eau ou lac, prairie, forêt boréale, terrain de sport ou terrain vacant).

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant la gamme de facteurs qui définissent les écosystèmes par l'étude d'un écosystème naturel; et en mesurant et en notant les données quantitatives et qualitatives pertinentes, en déduisant les relations biotiques des données recueillies et en présentant l'information, dans le contexte :
– faire une étude sur le terrain et mesurer, quantitativement et qualitativement, les facteurs biotiques et abiotiques appropriés dans un écosystème aquatique ou terrestre choisi, et présenter les données sous une forme qui décrit, en termes généraux, la structure de l'écosystème (par exemple, pH, température, précipitations, dureté, teneur en oxygène, humidité, invertébrés, vertébrés, plantes);	– de passer en revue les facteurs qui peuvent influencer la qualité naturelle de l'eau dans les écosystèmes d'eau douce, en fonction des limites de la connaissance scientifique et de la technologie;
	OU
– examiner la constitution d'une communauté de sol dans l'écosystème choisi et en inférer les rapports entre les organismes qui s'y trouvent.	– de discuter dans un esprit ouvert de l'impact de l'assèchement des marécages pour la «reconquête» sur les générations futures;
	OU
	– tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
4. Les *écosystèmes changent* souvent avec le temps.	• la succession primaire et secondaire est un processus naturel dans les écosystèmes choisis, en : – décrivant les étapes-clés de la succession primaire dans un écosystème spécifique et la nature de leurs communautés climaciques (par exemple, marais d'épinette, dune de sable, étang, prairie); – décrivant les trajectoires possibles de la succession secondaire dans un écosystème après des perturbations naturelles et artificielles (par exemple, feu, inondation, construction routière).

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :* • comprenant que les écosystèmes et les communautés changent avec le temps, en décrivant les étapes de la succession primaire ou secondaire; et en étudiant, observant, notant, calculant, faisant des graphiques et interprétant, dans le contexte de :
– constituer un microenvironnement et y observer le phénomène de la succession; mettre en tableaux et en graphiques les données pertinentes, les interpéter et les comparer ensuite à celle de leurs collègues; – faire une recherche surtout sur la succession secondaire dans la région de leur centre d'apprentissage, et présenter cette information clairement dans un rapport écrit.	– discuter, en fonction des principes scientifiques, comment les projets de reboisement changent la direction de la succession secondaire dans un écosystème naturel; OU – d'évaluer l'impact sur la société de la succession secondaire à la suite de perturbations importantes dans des écosystèmes naturels (par exemple, Mont St. Helens, le glissement Frank, coupe à blanc, extraction à ciel ouvert); OU – tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
5. Les organismes sont adaptés à leur environnement.	• comment les populations d'espèces végétales et animales s'adaptent à un environnement changeant, en : – décrivant une gamme de variations dans les espèces et les populations; – expliquant les principes de la survie du mieux adapte et de sélection naturelle; – explorant les facteurs qui limitent la taille des populations.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :* • comprenant le rôle et l'effet de la variation, la santé, la sélection naturelle et la croissance de la population sur l'adaptation des organismes à leur environnement; en déduisant à partir de l'observation; et en formulant des hypothèses sur les tendances à partir d'expériences ou de simulations, dans le contexte :
- examiner les structures homologues dans une gamme d'espèces fossiles et vivantes et en inférer l'importance adaptative des variations observées; - faire une expérience ou une simulation sur la croissance d'une population d'organismes et formuler une hypothèse sur l'effet que les tendances observées auraient sur les populations humaines; - analyser les processus qui règlent le patron de croissance des populations humaines, qui sont différents de ceux des populations naturelles.	- de décrire le rôle central de la théorie et des preuves provenant d'une variété de sources pour expliquer les changements des formes de vie qui se sont produits sur la Terre avec le temps, et que notre connaissance actuelle ne nous permet pas d'obtenir des réponses complètes à toutes les questions; OU - d'établir des analogies en fonction des principes scientifiques entre l'origine de nouvelles espèces par sélection naturelle dans la biosphère et la production de nouvelles formes de vie grâce à la biotechnologie; OU - tout autre contexte pertinent.

MODULE 3 : TRANSFORMATIONS CHIMIQUES

VUE GÉNÉRALE

Thèmes scientifiques : *Changements, Énergie* et *Matière*

Dans le Module 3, les élèves explorent les *changements/transformations* qui se produisent dans la *matière* au cours des réactions chimiques, y compris l'oxydation/la réduction et les réactions organiques. Les élèves découvrent les aspects quantitatifs des *transformations* chimiques dans le contexte de réactions chimiques utilisées dans les industries chimiques en Alberta.

Ce module fait suite au Module 1, Sciences 8 : Solutions et substances, et au Module 3, Sciences 10 : La matière et l'énergie dans les transformations chimiques, et sert de base à l'étude de la chimie.

Les quatre **concepts majeurs** présentés dans ce module sont :

- les solutions aqueuses constituent un milieu qui convient aux *transformations* chimiques;
- les équations chimiques équilibrées montrent les rapports quantitatifs entre les réactifs et les produits intervenant dans les réactions chimiques;
- les réactions d'oxydation et de réduction sont un exemple de *transformation* chimique comportant de l'*énergie*;
- les hydrocarbures sont les substances de départ de nombreux composés organiques.

Dans ce module, les *élèves acquerront* les **habiletés et les processus cognitifs** associés à la pratique des sciences, notamment :

- recueillir et enregistrer des données;
- organiser et communiquer des données;
- analyser les données de leurs enquêtes scientifiques sur les *transformations* chimiques.

Les **rapports STS** de ce module serviront à illustrer :

- le fonctionnement de produits ou de processus fondé sur des principes scientifiques;
- l'utilisation de la technologie pour résoudre des problèmes pratiques;
- l'habileté et la responsabilité qu'a la société, au moyen des sciences et de la technologie, de protéger l'environnement et d'utiliser judicieusement ses ressources naturelles afin d'assurer une qualité de vie pour les générations à venir.

ATTITUDES

On encouragera les élèves à :

- acquérir une attitude de questionnement et un désir de mieux comprendre la *matière* et ses *transformations*;
- se rendre compte de l'importance de l'eau comme milieu des réactions chimiques;
- reconnaître que les observations sont la base des généralisations et des explications sur les *transformations* chimiques;
- reconnaître l'utilité et l'importance des méthodes stœchiométriques en sciences et dans l'industrie;
- apprécier le fait que les sciences et la technologie leur fournissent de nombreux produits utiles;
- reconnaître l'importance de techniques minutieuses de laboratoire et de calculs précis pour obtenir des résultats exacts;
- reconnaître la nécessité de prendre des mesures de sécurité lors de l'utilisation et de la destruction des produits chimiques, et les symboles WHMIS.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
1. Les solutions aqueuses constituent un milieu qui convient aux *transformations* chimiques.	• les solutions aqueuses constituent un milieu qui convient aux transformations chimiques, en se rappelant du Module 1, Sciences 8, la signification des termes : soluté, solvant, solution, dissolution et solubilité, et en : – donnant des exemples de systèmes vivants et non vivants dans lesquels la dissolution de substances dans l'eau est une condition préalable à la transformation chimique (par exemple, le transport veineux du bioxyde de carbone, la pluie acide); – faisant la distinction, à partir de leurs propriétés, entre les électrolytes, les non-électrolytes, les acides et les bases; – rapprochant les propriétés d'une solution à la nature des espèces dissoutes (par exemple, la conductivité, solution acide, basique ou neutre); – employant les noms et formules chimiques pour les substances dissoutes, les acides et les bases; – calculant la concentration des solutions de différentes façons y compris en moles par litre et en calculant la masse ou le volume quand la concentration est connue (par exemple, pourcentage par volume, parties par million (ppm)); – déterminant la concentration des solutions diluées et les quantités de solution et de solvant à utiliser lors de la dilution; – décrivant l'équilibre dynamique dans une solution saturée en termes de vitesses égales de dissolution et de cristallisation.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant la dissolution, les solutions aqueuses et la concentration; et en étudiant les propriétés des solutions, en préparant des solutions de concentration spécifique et en identifiant les ions en solution, dans le contexte :
– étudier qualitativement les propriétés des solutions en laboratoire;	– de faire le rapprochement entre les solutions rencontrées dans la vie quotidienne et ce qu'ils ont appris sur les propriétés des électrolytes, des non-électrolytes, des acides et des bases;
	OU
– employer une balance et de la verrerie volumétrique pour préparer des solutions de concentrations spécifiques;	– de comparer les façons d'exprimer les concentrations de solutions en laboratoire de chimie (moles par litre), dans l'industrie (plusieurs façons), dans les produits ménagers (pourcentage par volume) et dans les études environnementales (parties par million),et d'évaluer l'importance de la concentration par rapport à la bioconcentration et à la gestion des risques;
	OU
– identifier les symboles WHMIS.	– de décrire les processus et les principes scientifiques intervenant dans les installations de traitement de l'eau;
	OU
	– tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
2. Les équations chimiques équilibrées montrent les rapports quantitatifs entre les réactifs et les produits intervenant dans les réactions chimiques.	• les rapports molaires dans les équations de réactions chimiques équilibrées fournissent des renseignements quantitatifs sur les substances en jeu, en se rappelant du Module 3, Sciences 10, comment équilibrer des équations chimiques et en :
	– prédisant, au moyen de la stœchiométrie, les quantités de produits et de réactifs intervenant dans les réactions chimiques quand l'équation de la réaction et le réactif limitant sont donnés.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant les relations quantitatives dans une équation chimique équilibrée; et en faisant des expériences et des calculs stœchiométriques, dans le contexte :
– employer l'analyse unitaire pour vérifier les résultats de calculs mathématiques; – faire des expériences simples pour illustrer la validité des suppositions contenues dans les méthodes stœchiométriques, lorsque l'équation de la réaction et le réactif limitant sont donnés; – évaluer la conception des expériences stœchiométriques.	– de faire le lien entre les méthodes stœchiométriques et les processus chimiques, comme la production d'engrais, l'extraction de métaux, et la combustion des combustibles fossiles; – de faire le lien entre les méthodes stœchiométriques et les processus chimiques, tel que la cuisson, le nettoyage et le jardinage; OU – tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
3. Les réactions d'oxydation et de réduction sont une exemple de *changement* chimique comportant de l'*énergie*.	• plusieurs réactions chimiques comportent l'oxydation et la réduction, en : – déterminant l'emplacement des métaux dans la série d'activités; – définissant l'oxydation comme une perte d'électrons et la réduction comme un gain d'électrons; – appliquant les principes d'oxydation et de réduction pour décrire le fonctionnement des cellules électrolytiques et des piles galvaniques.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant la série d'activités et l'oxydoréduction; et en construisant, observant et décrivant une cellule électrolytique et une pile galvanique, dans le contexte :
– construire une cellule électrolytique et une pile galvanique; et observer et décrire le fonctionnement de cette cellule et de cette pile en fonction d'une perte et d'un gain d'énergie et d'électrons.	– d'identifier des exemples et faire des analogies parmi l'oxydoréduction que l'on rencontre dans les processus de la vie quotidienne (par exemple, la corrosion, la combustion, la photosynthèse, la respiration); OU – d'illustrer des applications d'oxydoréduction pour résoudre des problèmes pratiques; (par exemple, les batteries, l'extraction des métaux, la protection cathodique, la galvanisation, la galvanoplastie); OU – tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
4. Les hydrocarbures sont les substances de départ de nombreux composés organiques.	• les hydrocarbures constituent la base de nombreux composés organiques communs, en : – identifiant les caractéristiques générales des hydrocarbures (par exemple, le point de fusion, le point d'ébullition, la solubilité); – donnant les noms et les formules structurales des hydrocarbures ramifiés et non cycliques simples (selon l'Union internationale de chimie pure et appliquée (VICPA)), dans les séries homologues des alcanes, alcènes, alcynes contenant jusqu'à dix atomes de carbone; – classifiant les réactions importantes des hydrocarbures comme la combustion, l'addition, la substitution et la polymérisation; – identifiant les hydrocarbures comme source d'énergie dans les combustibles fossiles; – décrivant et nommant certains produits chimiques importants dérivés du pétrole (produits pétrochimiques) qui sont produits à partir des hydrocarbures (par exemple, polyéthène, polystyrène, chlorure de polyvinyle, éthylène-glycol).

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :* • comprenant les caractéristiques générales, les sources, les structures, la nomenclature et les réactions des hydrocarbures et de quelques produits chimiques dérivés du pétrole (produits pétrochimiques) qu'ils produisent; et en étudiant les propriétés physiques et chimiques des hydrocarbures, dans le contexte :
- étudier, en employant des substances inoffensives et des procédures sécuritaires, les propriétés chimiques et physiques des hydrocarbures; - étudier les propriétés physiques et chimiques de quelques plastiques communs; - utiliser des trousses commerciales pour préparer des polymères.	- de donner des exemples d'hydrocarbures et de produits chimiques dérivés du pétrole qui sont utilisés quotidiennement en fonction de leur impact sur la qualité de la vie; OU - d'expliquer en fonction des principes scientifiques les processus de distillation fractionnée, de craquage catalytique, de reformage et de polymérisation comme ils sont appliqués à la production de produits pétroliers; OU - d'expliquer, en fonction des principes scientifiques, les processus d'hydrogénation et d'halogénation pour produire des produits commerciaux; OU - de décrire l'industrie éthylénique en Alberta en fonction des principes scientifiques et technologiques appliqués; OU - tout autre contexte pertinent.

MODULE 4 : TRANSFORMATIONS DU MOUVEMENT

VUE GÉNÉRALE

Thèmes scientifiques : ***Changements, Équilibre et Systèmes***

Dans le Module 4, les élèves explorent le *changement* par l'étude du mouvement et des forces qui causent le mouvement. La compréhension de l'*équilibre* et des *systèmes* se développe par l'étude de la conservation de la quantité de mouvement. L'apprentissage des principes fondamentaux de la mécanique se fait par le biais de l'examen des principes mécaniques intervenant dans la conception de dispositifs de sécurité employés dans le transport et les sports.

Ce module fait suite au Module 3, Sciences 7 : Force et mouvement, et le Module 4, Sciences 10 : L'énergie et les transformations, et donne à l'élève une base pour poursuivre l'étude de la mécanique.

Les quatre **concepts majeurs** élaborés dans ce module sont :

- le mouvement des objets est décrit en fonction du déplacement, du temps, de la vitesse et de l'accélération;
- les lois du mouvement de Newton établissent un lien entre la force et le mouvement des objets;
- un objet se déplaçant sur une trajectoire circulaire à vitesse constante subit une accélération vers le centre du cercle;
- la quantité de mouvement se conserve dans les interactions physiques.

Dans ce module, *les élèves acquerront* les **habiletés** et les **processus cognitifs** associés à la pratique des sciences, notamment :

- recueillir et enregistrer des données;
- organiser et communiquer des données;
- analyser les données de leurs enquêtes scientifiques sur les *transformations* du mouvement;
- évaluer les processus ou les résultats des enquêtes scientifiques sur les *transformations* du mouvement.

Les **rapports STS** de ce module serviront à illustrer :

- le fonctionnement de produits ou de processus fondé sur des principes scientifiques;
- l'effet réciproque qu'a l'avancement des sciences sur la technologie;
- les effets des besoins, des intérêts et de l'appui financier d'une société sur la recherche scientifique et technologique.

ATTITUDES

On encouragera les élèves à :

- reconnaître la nécessité de posséder une certaine compétence en calcul pour quantifier le mouvement et la quantité de mouvement;
- reconnaître le besoin de preuves empiriques pour interpréter les phénomènes observés;
- reconnaître le caractère restreint des preuves quand on interprète les résultats des interactions physiques;
- accepter l'incertitude dans les descriptions et les explications du mouvement dans le monde physique;
- reconnaître la nécessité de communiquer avec exactitude et honnêteté toutes les preuves rassemblées au cours de l'investigation;
- évaluer objectivement les applications éventuelles des principes de mécanique à la nouvelle technologie;
- reconnaître le rôle que les principes de mécanique jouent dans notre existence quotidienne.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
1. Le mouvement des objets est décrit en fonction du déplacement, du temps, de la vitesse et de l'accélération.	• le mouvement est décrit en fonction du déplacement, du temps, de la vitesse et de l'accélération, en élaborant, à partir du Module 4, Sciences 10, les principes du mouvement uniforme unidimensionnel, et en : – comparant les quantités scalaires et vectorielles; – comparant la distance et le déplacement, et la vitesse et l'accélération; – définissant la vitesse comme un changement de position pendant un intervalle de temps; $\vec{v} = \frac{\triangle \vec{d}}{\triangle t}$ – définissant l'accélération comme un changement de la vitesse pendant un intervalle de temps; $\vec{a} = \frac{\triangle \vec{v}}{\triangle t}$ – utilisant des diagrammes à l'échelle pour résoudre des problèmes de déplacement en deux dimensions.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant et expliquant, quantitativement, le mouvement linéaire en fonction du déplacement, du temps, de la vitesse et de l'accélération; et en ramassant, analysant numériquement et faisant le graphique de données pertinentes, dans le contexte :
– rassembler les données nécessaires pour inférer les rapports entre l'accélération, la vitesse et le temps;	– de déterminer la longueur sécuritaire des pistes d'atterrissage et des bretelles d'accès sur les autoroutes en fonction des principes de cinématique;
	OU
– déterminer la vitesse, le déplacement et l'accélération à partir de graphiques courbes position-temps et vitesse-temps;	– d'analyser la synchronisation des feux de circulation à l'aide des principes de cinématique;
	OU
– obtenir de nouvelles données à partir de graphiques linéaires en déterminant la pente et l'aire sous la droite;	– tout autre contexte pertinent.
– concevoir et évaluer une expérience pour déterminer la valeur locale de l'accélération due à la gravité;	
– résoudre des problèmes de mouvement uniforme et de mouvement uniforme accéléré, impliquant les rapports. $\vec{d}=\vec{v}_i t+\frac{1}{2}\vec{a}t^2$ et $d=\frac{(\vec{v}_i+\vec{v}_f)t}{2}$	

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
2. Les lois du mouvement de Newton établissent un lien entre la force et le mouvement des objets.	• les lois du mouvement de Newton décrivent les effets des forces sur le mouvement des corps, en élaborant, à partir du Module 3, Sciences 7, les notions de force, d'inertie et de friction, et en : – comparant masse et poids qualitativement; – expliquant comment une force produit un changement de mouvement; – appliquant la première loi du mouvement de Newton pour expliquer l'état de repos ou le mouvement uniforme d'un objet; – appliquant la deuxième loi du mouvement de Newton et en l'employant pour établir un lien entre la force, la masse et le mouvement; – appliquant la troisième loi du mouvement de Newton pour expliquer des situations où il y a une intéraction entre les objets.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :* • comprenant les effets des forces sur le mouvement rectiligne des objets décrits en fonction de la force, de la masse, de l'accélération et de la quantité de mouvement, et analysés en fonction des lois du mouvement de Newton; et en ramassant et analysant numériquement des données pertinentes, dans le contexte :
– rassembler les données nécessaires pour inférer les rapports entre l'accélération, la force et la masse; – évaluer la conception de leurs expériences mécaniques (par exemple, les effets de la friction); – résoudre numériquement les problèmes de mouvement rectiligne en utilisant la deuxième loi du mouvement de Newton; – résoudre des problèmes de mouvement rectiligne comportant une friction.	– d'expliquer le mouvement des passagers dans une voiture en mouvement en fonction de la première loi de Newton; OU – d'expliquer le rôle que les principes scientifiques jouent dans la conception d'équipement de sécurité dans les voitures, tels que sacs d'air, châssis pliant et parechocs, et les casques, lunettes de sécurité et rembourrage dans les activités sportives, et considérer l'influence des besoins, des intérêts et de l'appui financier de la société sur le développement de ces technologies; OU – de discuter du rôle des principes de la mécanique dans l'établissement de restrictions légales comme les ceintures de sécurité et les limites de vitesse en fonction de l'influence des besoins, des intérêts et de l'appui de la société; – d'expliquer les principes scientifiques du mouvement dans l'utilisation d'un avion ou d'un ascenseur pour simuler la gravité; OU – tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
3. Un mobile se déplaçant sur une trajectoire circulaire à une vitesse constante subit une accélération vers le centre du cercle.	• le mouvement circulaire uniforme nécessite une force constante non équilibrée, en : – décrivant le mouvement circulaire uniforme comme un cas spécial de mouvement bidimensionnel; – décrivant une force centripète comme une force provenant d'une source parmi plusieurs (par exemple, gravitationnelle, de friction, électrostatique); – appliquant les équations de force centripète et d'accélération au mouvement circulaire uniforme; – illustrant qualitativement la loi de la gravitation universelle de Newton pour expliquer le mouvement planétaire et des satellites.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant, expliquant et utilisant le lien entre le mouvement circulaire uniforme, la loi de la gravitation universelle de Newton et les lois de Kepler; et en étudiant le lien entre la force centripète et l'accélération, et en résolvant des problèmes de mouvement de satellite, dans le contexte :
– faire et évaluer une expérience pour étudier le rapport entre la force centripète et l'accélération centripète.	– d'expliquer, en termes généraux, les principes scientifiques d'une centrifugeuse et ses applications dans l'industrie ou la recherche; OU – d'expliquer les principes de la mécanique intervenant dans la production des conditions de pesanteur artificielle dans les fêtes foraines et les stations spatiales et les avantages technologiques des conditions de «pesanteur zéro» pour la recherche et la fabrication manufacturière; OU – d'expliquer les principes de la mécanique intervenant dans le remblayage des routes et des pistes de course; OU – de décrire la vie quotidienne dans une station spatiale rotative à l'aide de principes scientifiques et de conceptions pertinents; OU – d'expliquer qualitativement comment les lois de Kepler ont été utilisées pour vérifier la loi de la gravitation universelle de Newton; OU – tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
4. La quantité de mouvement est conservée dans les interactions physiques.	• la quantité totale de mouvement de tout système de corps tournant ou entrant en collision reste constante en l'absence de forces externes, en : – définissant la quantité de mouvement (momentum) comme étant la quantité de mouvement égale au produit de la masse par la vitesse d'un objet; $\vec{p} = m\vec{v}$ – faisant le lien entre un changement dans la quantité de mouvement et l'accélération; $\frac{\triangle \vec{p}}{\triangle t} = m\triangle \vec{a}$ – appliquant la loi de conservation de la quantité de mouvement aux collisions et explosions linéaires; $m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{v}'_1 + m_2\vec{v}'_2$ – expliquant les collisions et explosions linéaires unidimensionnelles en utilisant des diagrammes à l'échelle et des moyens numériques.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :* • comprenant et expliquant la conservation de la quantité totale de mouvement d'un système d'objets en l'absence de forces externes, numériquement et graphiquement; et en faisant et évaluant une expérience qui illustre la conservation de la quantité de mouvement pour résoudre des problèmes de quantité de mouvement linéaire unidimentionnnel, à l'aide de diagrammes à l'échelle et de méthodes vectorielles, dans le contexte :
– faire et évaluer une expérience illustrant la loi de conservation de la quantité de mouvement; – employer la somme vectorielle et les diagrammes à l'échelle pour résoudre des problèmes de quantité de mouvement linéaire unidimensionnel.	– de discuter comment les principes de mécanique et de conservation de la quantité de mouvement sont employés dans les enquêtes d'accidents de la circulation; OU – d'analyser l'action de lancer, d'attraper et de frapper dans les sports, en fonction des principes scientifiques pertinents; OU – tout autre contexte pertinent.

MODULE 1 : LES SYSTÈMES VIVANTS RÉPONDENT À LEUR ENVIRONNEMENT

VUE GÉNÉRALE

Thèmes scientifiques : *Équilibre* et *Systèmes*

Le Module 1 explore certains des mécanismes de l'homéostasie et de la génétique dans le cadre des thèmes majeurs d'*équilibre* et de *systèmes*. Le module porte spécifiquement sur les mécanismes qu'utilisent les êtres vivants pour maintenir un *équilibre* avec l'environnement, et présente l'organisme humain en tant que *système* modèle.

Ce module fait suite au Module 2, Sciences 10 : La matière et l'énergie dans les systèmes vivants, et dans le Module 2, Sciences 20 : Les transformations dans les systèmes vivants, et fournit aux élèves une base pour poursuivre l'étude des sciences biologiques.

Les quatre **concepts majeurs** présentés dans ce module sont :

- l'*appareil* circulatoire permet au corps humain d'interagir avec son environnement;
- le corps humain a des mécanismes de défense pour se protéger des organismes porteurs de maladie;
- le *système* nerveux régit l'interaction des humains avec leur environnement;
- les principes de génétique expliquent la transmission des maladies.

Au cours de ce module, les *élèves acquerront* les **habiletés** et les **processus cognitifs** associés à la pratique des sciences, notamment :

- recueillir et enregistrer des données;
- organiser et communiquer des données;
- analyser les données de leurs enquêtes scientifiques portant sur les *systèmes* circulatoire et nerveux.

Les **rapports STS** de ce module serviront à illustrer :

- les limites des sciences quant à l'apport de réponses complètes à toutes les questions;
- le fonctionnement de produits ou de processus fondé sur des principes scientifiques;
- les effets des besoins, des intérêts et de l'appui financier de la société sur la recherche scientifique et technologique.

ATTITUDES

On encouragera les élèves à :

- reconnaître l'unité des sciences par l'application de principes et de mesures physiques et chimiques aux *systèmes/appareils* biologiques;
- reconnaître que les principes biologiques émergent de l'étude des structures et fonctions des *systèmes/appareils* biologiques;
- reconnaître que le maintien d'un environnement externe et interne approprié est important pour la santé humaine;
- reconnaître que la gamme des technologies employées pour maintenir la santé l'est dans un contexte humain aussi bien que scientifique;
- reconnaître que, par suite des difficultés de faire des prédictions scientifiques, les scientifiques doivent faire preuve de respect pour l'évidence, tolérer l'incertitude et rester objectifs tout en persévérant dans leur désir de comprendre les *systèmes/appareils* biologiques;
- reconnaître que la mort est un phénomène biologique naturel.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
1. Le système circulatoire permet au corps humain d'interagir avec son environnement.	• le système circulatoire contribue à l'interaction entre toutes les cellules du corps et l'environnement en élaborant, à partir du Module 2, Sciences 10, la connaissance des processus de diffusion, de transport actif et d'osmose, et en : – décrivant la structure et le rôle du système circulatoire y compris le cœur, les artères, les artérioles, les veinules, les veines et les capillaires, et le trajet que suit la circulation du sang; – expliquant les fonctions du plasma et des composantes cellulaires du sang humain (globules rouges, globules blancs, plaquettes et hémoglobine) et en comprenant que quand on explique ces composantes, il n'est pas nécessaire de donner des descriptions détaillées spécifiques; – expliquant, en termes généraux, le rôle du sang comme un tissu dans le transport des substances nutritives, des gaz, des déchets et des toxines.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :* • comprenant et expliquant la structure et le rôle du système circulatoire, décrivant les mécanismes régulateurs homéostatiques qui contrôlent le cœur et la tension artérielle; et en observant et dessinant les principales caractéristiques du système circulatoire, et étudiant le rapport entre l'exercice et la tension artérielle, dans le contexte :
– observer les principales caractéristiques du cœur de mammifère, à l'aide de modèles, de simulations à l'ordinateur ou d'organes disséqués, et identifier précisément la structure à partir de dessins de l'organe; – dessiner et légender un cœur de mammifère disséqué pour montrer la structure et le rôle par rapport à la circulation du sang; – observer et/ou regarder la circulation du sang dans les capillaires d'un organisme vivant (par exemple, la queue d'un poisson); – observer l'effet des valves sur la circulation veineuse du sang; – examiner du sang humain, au moyen de photomicrographes, d'un microscope et des lames préparées, pour observer la morphologie et le nombre relatif des composantes cellulaires, et représenter précisément ces composantes sur des dessins clairement légendés; – mesurer leur propre tension artérielle et analyser les données de la classe pour étudier le rôle de plusieurs facteurs qui influencent la tension artérielle (par exemple, l'exercice, le style de vie, le genre), et présenter les données dans des tableaux.	– de tracer le transport des médicaments jusqu'à leurs sites d'action grâce au système circulatoire, et d'expliquer comment une meilleure compréhension des principes scientifiques relatifs au système circulatoire a amélioré l'efficacité de ces substances dans le traitement de certaines conditions; OU – d'étudier comment les substances néfastes dans l'environnement entrent dans le système circulatoire, d'expliquer comment ces substances ont une influence néfaste sur la santé, et de justifier pourquoi les individus et la société ont la responsabilité de se protéger contre ces substances; OU – d'expliquer le rapport entre l'exercice et la santé, et de citer des preuves expérimentales qui confirment ce rapport; OU – tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
2. Le corps humain a des mécanismes de défense pour se protéger des organismes porteurs de maladie.	• les mécanismes de défense spécifiques et non spécifiques de l'organisme ont des fondements biologiques, en : – décrivant, en termes généraux, les rôles des différents mécanismes qui empêchent les organismes porteurs de maladie d'entrer dans les tissus corporels; – décrivant le fonctionnement des composantes cellulaires et non-cellulaires du système immunitaire humain en réponse à un organisme infectieux. (par exemple, macrophage, lymphocyte T auxiliaire, lymphocyte B, lymphocyte T effecteur, lymphocyte T suppresseur, lymphocyte T à mémoire et antibiotiques).

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant le rôle de défense et de protection de la peau et le fonctionnement des composantes cellulaires et non cellulaires du système immunitaire humain; et en faisant des simulations du fonctionnement du système immunitaire, dans le contexte :
– faire des simulations du fonctionnement du système immunitaire.	– d'expliquer les processus biologiques par lesquels le virus d'immunodéficience humaine (HIV) affecte le système immunitaire humain, et d'analyser le rapport entre les besoins et les intérêts de la société, et l'appui financier pour la recherche scientifique sur cette maladie; OU – d'utiliser les principes scientifiques pour analyser comment les vaccins et les processus biologiques naturels à l'intérieur du corps humain luttent contre les organismes qui causent des maladies comme les virus et les bactéries; OU – de décrire comment les améliorations à l'hygiène publique, à l'hygiène personnelle et la disponibilité d'eau potable ont grandement diminué la fréquence des maladies transmissibles et amélioré la qualité de vie; OU – tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
3. Le *système* nerveux régit l'interaction des humains avec leur environnement.	• des organes des sens spéciaux aident les humains à percevoir leur environnement et que le système nerveux coordonne les réponses à cet environnement, en :
	– décrivant la structure et la fonction des systèmes (organes) de la vue, et de l'équilibre;
	– décrivant, en termes généraux, la structure des systèmes nerveux central et périphérique, y compris le rôle des systèmes sympathique, parasympathique et somatique sensoriel;
	– décrivant le rôle de la rétroaction négative dans la régularisation du fonctionnement du cœur, en tenant compte de facteurs comme le pH, le bioxyde de carbone et la tension artérielle;
	– décrivant la structure d'un neurone, la production d'un potentiel d'action et sa transmission à travers une synapse, y compris le rôle des ions sodium, de l'acétylcholine et de la cholinestérase;
	– expliquant la structure et le fonctionnement d'un arc réflexe.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :* • comprenant et décrivant la structure et la fonction des systèmes nerveux, de la vision et de l'équilibre quand les humains interagissent avec leur environnement; et en observant, dessinant et légendant les caractéristiques principales d'un œil, d'un cerveau et du tissu nerveux d'un mammifère, et en concevant des expériences pour étudier les actes/mouvements réflexes des humains, dans le contexte :
– observer les principales caractéristiques de l'œil du mammifère, à l'aide de modèles, de simulations à l'ordinateur ou d'organes disséqués, et identifier précisément la structure à partir de dessins de l'organe; – dessiner et légender avec précision un œil de mammifère disséqué; – examiner des lames préparées de tissu nerveux, et dessiner et légender les caractéristiques principales d'un neurone; – concevoir des expériences pour étudier les actes/mouvements réflexes des humains.	– d'évaluer dans l'environnement les risques pour la santé qui pourraient porter atteinte au fonctionnement des systèmes sensoriels et de justifier pourquoi les individus et la société ont la responsabilité de se protéger contre ces substances; OU – de décrire, en termes généraux, le fonctionnement et l'utilisation d'innovations technologiques qui aident les gens dont les systèmes sensoriels ont des déficiences provoquées ou congénitales; OU – d'analyser l'influence, et les processus par lesquels les anesthésiques, les médicaments et les produits chimiques de l'environnement affectent le système nerveux; OU – de comparer les systèmes nerveux, la vision et l'équilibre des humains avec le fonctionnement de produits et de processus technologiques analogues (par exemple, les appareils photographiques, les bras robotiques); OU – de décrire les bases biologiques des maladies comme la maladie d'Alzheimer ou de Parkinson et les limites de la connaissance scientifique actuelle à fournir des réponses complètes à toutes les questions; OU – tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
4. Les principes de génétique expliquent la transmission héréditaire des maladies.	• les principes de génétique expliquent la transmission héréditaire de maladies, en élaborant, à partir du Module 2, Sciences 10, sur la façon dont le nombre des cellules augmente par mitose, et en : – expliquant les principes de l'hérédité; (par exemple, caractère dominant/récessif, unité de transmission héréditaire, ségrégation et assortiment indépendant) qui sont basés sur des résultats prévisibles mathématiquement à partir d'observations de monohybridisme; – décrivant le comportement des chromosomes pendant la mitose, la méiose et la fécondation; – décrivant, en fonction des bases et des séquences de bases, la structure et le comportement de l'acide désoxyribonucléique (ADN). (Une connaissance spécifique détaillée de la synthèse des protéines n'est pas nécessaire.); – expliquant la base héréditaire des caractères liés au sexe, de la non-disjonction, de la mutation et des anomalies chromosomiques, comme le syndrôme de Down, la phénylcétonurie et l'hémophilie; – décrivant l'importance des techniques de biologie moléculaire (par exemple, l'ADN recombinant et l'épissage des gènes).

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant comment les modèles mathématiques sont utilisés pour expliquer et faire des prédictions basées sur les principes d'hérédité, décrivant, en termes généraux, les chromosomes, la structure et le comportement de l'ADN, et la base héréditaire de maladies humaines; et en étudiant la probabilité et la transmission héréditaire, les traits humains héréditaires déterminés par un simple facteur, et la mitose et la méiose, dans le contexte :
- faire des expériences pour étudier les rapports entre le hasard et le patrimoine génétique, et inférer l'importance de ces variables pour la genétique;	- de discuter du rôle de la consultation génétique dans leur société, de plusieurs points de vue;
	OU
- examiner, dans leurs groupes de pairs ou leurs familles, la présence de traits humains héréditaires déterminés par un facteur d'hérédité simple;	- de décrire le projet de génôme humain et le rapport entre ce projet de recherche et les besoins et intérêts de la société;
	OU
- préparer des tissus végétaux pour l'observation microscopique du processus de mitose, observer des lames préparées du processus de méiose, et comparer les deux processus.	- de décrire, en termes généraux, le fonctionnement et l'utilisation des technologies douces/alternatives de reproduction et d'évaluer leur impact éventuel sur la société;
	OU
	- de discuter le point «nature versus nourriture» comme un exemple des limites des sciences et de la technologie à fournir des réponses complètes à toutes les questions;
	OU
	- de discuter de l'utilisation de la technologie pour résoudre des problèmes pratiques (par exemple, les applications pharmaceutiques de la biotechnologie);
	OU
	- tout autre contexte pertinent.

MODULE 2 : LA CHIMIE DANS L'ENVIRONNEMENT

VUE GÉNÉRALE

Thèmes scientifiques : *Matière, Transformations, Systèmes*

Le Module 2 examine le rôle de la chimie dans les études environnementales en mettant l'accent sur les propriétés et les réactions des acides, des bases et de certains composés organiques. On y examine aussi les effets importants que peuvent avoir les composés organiques synthétiques, ainsi que les acides et les bases, sur les *systèmes* vivants et non vivants.

Ce module fait suite au Module 3, Sciences 10 : La matière et l'énergie dans les transformations chimiques, et au Module 3, Sciences 20 : Transformations chimiques, et fournit aux élèves une base pour poursuivre l'étude de la chimie.

Les trois **concepts majeurs** présentés dans ce module sont :

- les acides et les bases ont un effet sur la chimie des *systèmes* aqueux et ont des effets importants sur l'environnement;
- la chimie est une composante essentielle des études environnementales;
- les composés organiques peuvent avoir des effets environnementaux.

Dans ce module, *les élèves acquerront* les **habiletés** et les **processus cognitifs** associés à la pratique des sciences, notamment :

- analyser et synthétiser les données de leurs enquêtes scientifiques sur la chimie dans l'environnement;
- évaluer les procédures utilisées dans leur étude sur la chimie dans l'environnement.

Les **rapports STS** de ce module serviront à illustrer :

- les limites des sciences quant à l'apport de réponses complètes à toutes les questions;
- le fonctionnement de produits ou de processus fondé sur des principes scientifiques;
- les effets des besoins, des intérêts et de l'appui financier d'une société sur la recherche scientifique et technologique.

ATTITUDES

On encouragera les élèves à :

- attacher de l'importance au rôle de l'observation précise et de l'expérimentation dans l'étude de la chimie des acides, des bases et des composés organiques;
- reconnaître la nécessité de prendre des mesures de sécurité pour la manipulation, l'entreposage et la destruction des produits chimiques;
- reconnaître les limites des connaissances scientifiques actuelles sur les problèmes complexes d'environnement;
- faire preuve d'honnêteté intellectuelle, d'ouverture d'esprit et d'objectivité en faisant le bilan des effets des *transformations* chimiques sur l'environnement;
- reconnaître les avantages que présentent pour la société les acides, les bases et les composés organiques synthétiques;
- reconnaître que l'application de la technologie par les sociétés humaines peut avoir des effets bénéfiques et nocifs sur les *systèmes/appareils* biologiques;
- attacher de l'importance au rôle de la chimie dans la surveillance de l'environnement et la compréhension des problèmes environnementaux et dans leur résolution;
- se rendre compte de la nécessité d'évaluer les questions environnementales selon différentes perspectives.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
1. Les acides et les bases ont un effet sur la chimie des *systèmes* aqueux et ont des effets importants sur l'environnement.	• les acides et les bases affectent la chimie dans les systèmes aqueux, et ont des effets importants sur l'environnement, en élaborant à partir du Module 3, Sciences 20, une connaissance des solutions, et en : – définissant les acides et bases en fonction de la théorie de Bronsted-Lowry; – exposant, dans les grandes lignes, les procedures et règlements de sécurité pour l'entreposage, la manipulation et la destruction des produits chimiques acides et caustiques; – décrivant le rapport entre le pH et la concentration d'ions hydronium (par exemple, un changement de pH de 1 est équivalent à un changement de dix fois dans la concentration de l'ion hydronium); – calculant le pH à partir de la concentration de l'ion hydronium et la concentration de l'ion hydronium à partir du pH; – faisant la différence entre la force et la concentration à l'aide d'exemples d'acides organiques et inorganiques; – expliquant comment les solutions tampons maintiennent un pH relativement constant quand de petites quantités d'acide ou de base sont ajoutées à un système aqueux; – expliquant l'importance de maintenir un pH relativement constant dans les systèmes/appareils vivants; – expliquant ce qu'on entend par la capacité tampon du sol; – expliquant les changements de couleur des indicateurs en fonction de la théorie de Bronsted-Lowry; – utilisant les données de stœchiométrie et de titrage pour déterminer la concentration d'un acide fort ou d'une base forte; – décrivant les changements que causent les dépôts acides dans l'environnement vivant et non vivant, comme la corrosion accélérée, le métal filtrant du soubassement et les effets physiologiques sur les organismes vivants.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :* • comprenant les effets des acides et des bases sur les systèmes aqueux et sur l'environnement, définissant les acides et les bases, le pH, la force, la concentration, les tampons et les indicateurs; décrivant les sources, les causes et les effets des pluies acides sur l'environnement; et en utilisant des tests pour différencier des solutions, utilisant des titrages pour déterminer la concentration, faisant des recherches au sujet des pluies acides et des tampons, et évaluant la technologie pour diminuer les pluies acides, dans le contexte :
– employer un pH-mètre et/ou du papier pH pour mesurer le pH de certaines substances courantes; – utiliser des tests diagnostiques pour différencier entre les acides, les bases, les composés ioniques neutres et composés moléculaires neutres; – employer des tests diagnostiques pour différencier les acides et les bases faibles et forts; – faire, et évaluer une expérience de titrage pour déterminer la concentration d'une solution acide ou basique; – concevoir et faire une expérience pour vérifier une action tampon.	– de décrire, en termes généraux, les processus commerciaux utilisés pour produire des acides et des bases; (par exemple, l'acide chlorhydrique et l'hydroxyde de sodium); et de donner des exemples de la façon dont ces produits sont utilisés; OU – d'examiner, selon différentes perspectives, la question du transport de substances acides et caustiques à travers des régions habitées; et de décrire des façons de résoudre des problèmes lors d'un déversement accidentel d'acide ou de base, en utilisant la dilution et la neutralisation pour protéger l'environnement; OU – d'expliquer, en fonction des principes scientifiques en jeu, comment le pH des fluides corporels est maintenu à un niveau constant quant une variété de nourriture est digérée et absorbée; OU – tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
2. La chimie est une composante essentielle des études environnementales.	• la chimie est une composante essentielle des études environnementales, en :
	– exposant les grandes lignes des réactions chimiques qui mènent à la production des polluants atmosphériques comme le bioxyde de soufre, les oxydes d'azote et le smog photochimique;
	– écrivant des équations de réaction pour représenter la production, la prévention et le traitement des composantes de dépôt acide;
	– exposant brièvement les preuves indiquant que les chlorofluorocarbones (CFC) interviennent dans la diminution de la couche d'ozone;
	– indiquant la source des polluants de l'eau, comme les phosphates, les hydrocarbures, les matières organiques, les métaux lourds, les dioxines et les furanes;
	– expliquant les protocoles d'échantillonnage et les techniques d'analyse employés pour contrôler la qualité de l'eau comme par exemple, prélever des échantillons à différentes profondeurs et à différents endroits d'un lac ou d'une rivière, entreposer et transporter les échantillons dans les contenants appropriés, temps maximal d'entreposage avant de faire les tests;
	– décrivant brièvement quelques méthodes employées pour contrôler la qualité de l'eau, comme des tests de la demande biochimique en oxygène (DBO), de la demande chimique en oxygène (DCO), de pH, de turbidité, de métaux lourds et de composés organiques dans l'eau.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :* • comprenant les processus chimiques qui mènent à la production des polluants de l'air et de l'eau communs et à la diminution de la couche d'ozone, et expliquant les protocoles d'échantillonnage, les techniques d'analyse et les méthodes utilisées pour contrôler la qualité de l'eau; et en ramassant et vérifiant des échantillons d'eau, et concevant une expérience pour étudier les variations saisonnières dans la composition de l'eau dans leur communauté, dans le contexte :
– employer des procédures normalisées pour recueillir et analyser des échantillons d'eau; – évaluer les sources d'erreurs dans l'analyse de la qualité de l'eau; – élaborer et vérifier une méthode pour purifier l'eau; – identifier des variables et des témoins dans les études environnementales; – concevoir une expérience pour étudier les variations saisonnières dans la composition de l'eau dans la communauté; – construire un simulateur de pluie acide; – illustrer à l'aide de cartes, le rôle de la température par rapport à la façon dont les dépôts acides sont distribués; – concevoir, faire et évaluer une recherche sur certains effets des pluies acides sur l'environnement; – évaluer la technologie pour diminuer les pluies acides ou ses effets; – rechercher de l'information actuelle sur les effets des pluies acides sur l'agriculture, l'aquaculture et la foresterie.	– d'étudier les sources locales de la pollution de l'eau dans leur communauté, et d'établir le rôle central de la preuve expérimentale dans l'accumulation des connaissances au sujet de la pollution et de ses sources; OU – de décrire les principes chimiques intervenant dans les technologies conçues pour réduire la pollution, et d'évaluer l'efficacité de ces technologies, connaissant les limites de la connaissance scientifique et de la technologie pour résoudre des problèmes environnementaux; OU – d'identifier et d'expliquer les activités humaines qui contribuent au dépôt acide en fonction des principes chimiques et d'analyser le rapport entre les besoins, les intérêts et l'appui financier de la société pour la recherche scientifique au sujet du dépôt acide, et le besoin de technologies pour diminuer les émissions qui contribuent à la formation d'acide; OU – d'analyser, selon différentes perspectives, certaines méthodes utilisées pour réduire l'incidence et les effets des pluies acides, par exemple, réduire la teneur du charbon en soufre, recueillir les émissions de dioxyde de soufre pour faire de l'acide sulfurique et chauler les lacs et d'expliquer ce qu'on entend par une attitude «d'impasse technologique» et les limites de la connaissance scientifique et de la technologie pour diminuer les effets des pluies acides; OU – tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
3. Les composés organiques peuvent avoir des effets environnementaux.	• les composés organiques peuvent avoir un effet sur l'environnement, en se rappelant, du Module 3, Sciences 20, la source des produits dérivés du pétrole (produits pétrochimiques), et en : – identifiant les hydrocarbures halogénés, les alcools, aldéhydes, cétones, acides carboxyliques, et esters à partir des groupements fonctionnels dans leur structure; – donnant les noms, formules et emplois communs des membres des catégories ci-dessus de composés contenant jusqu'à trois atomes de carbone; – décrivant, en termes généraux, les processus chimiques et physiques intervenant dans la conversion de la fibre ligneuse naturelle en papier, et les inquiétudes environnementales associées à l'industrie de la pâte à papier; – identifiant et décrivant les problèmes environnementaux reliés aux sous-produits (par exemple, les dioxines et les furanes), des processus particuliers impliquant des composés organiques en fonction du besoin de protéger l'environnement pour les générations futures; – suivant le mouvement possible d'un pesticide dans un écosystème, en identifiant tout effet nocif qui peut se produire.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant les composés organiques et leurs effets sur l'environnement en identifiant les groupements fonctionnels, les noms, les formules et les utilisations d'exemples communs; décrivant les polymères naturels et synthétiques, et les pesticides et leurs effets sur les systèmes vivants et l'écosystème; et en étudiant les propriétés et en préparant des exemples de composés organiques, dans le contexte :
– étudier les propriétés (par exemple, état, solubilité, odeur, point de fusion, point d'ébullition) d'alcools, d'aldéhydes, de cétones, d'acides organiques, d'amines et d'esters représentatifs;	– d'expliquer, en termes généraux, les processus technologiques et les principes scientifiques qui sont appliqués dans la synthèse de plusieurs composés utiles à partir des combustibles fossiles;
	OU
– étudier par l'expérimentation ou la recherche, l'action d'un pesticide (par exemple, spécificité cible, accumulation dans l'environnement, biodégradabilité, efficacité);	– d'identifier et de décrire, dans un esprit ouvert et objectif, les questions environnementales liées à la production et à l'utilisation de produits dérivés du pétrole (produits pétrochimiques), et d'évaluer les risques et les bienfaits associés à l'utilisation de produits dérivés du pétrole comme les pesticides; et d'évaluer des solutions de remplacement aux produits dérivés du pétrole pour répondre au besoin de protéger l'environnement et d'utiliser judicieusement les ressources naturelles;
– préparer un composé organique synthétique et en étudier les propriétés (par exemple, un alcool, un ester, un savon).	OU
	– de faire une recherche sur les technologies actuelles qui ont pour but de trouver d'autres méthodes pour produire la cellulose/le papier;
	OU
	– de décrire les aspects positifs et négatifs des progrès dans le domaine de la chimie organique synthétique, et de donner des exemples de l'influence des besoins, des intérêts et de l'appui financier de la société sur la recherche scientifique et technologique dans ce domaine;
	OU
	– tout autre contexte pertinent.

MODULE 3 : L'ÉNERGIE ÉLECTROMAGNÉTIQUE

VUE GÉNÉRALE

Thèmes scientifiques : *Diversité* et *Énergie*

Le Module 3 est centré sur la transmission de l'*énergie* au moyen d'ondes électromagnétiques. On y étudie le spectre électromagnétique complet, depuis les ondes radio très longues à basse fréquence jusqu'aux rayons gamma très courts à haute fréquence, en passant par les ondes de la lumière visible. On insiste sur les *diverses* applications de l'*énergie* électromagnétique dans le domaine des télécommunications. Ce module se termine avec le rôle que la radiation électromagnétique joue dans l'étude de l'histoire et de la structure de l'Univers.

Ce module fait suite au Module 4, Sciences 9 : Les systèmes électromagnétiques et au Module 1, Sciences 20 : La Terre en transformation perpétuelle, et fournit aux élèves des bases pour poursuivre l'étude de l'électromagnétisme.

Les quatre **concepts majeurs** présentés dans ce module sont :

- la théorie des champs est une des idées les plus importantes des sciences modernes;
- la théorie des champs peut servir à expliquer le fonctionnement de nombreux mécanismes électriques importants;
- le spectre électromagnétique est une gamme continue d'ondes électromagnétiques ayant des caractéristiques spécifiques et des propriétés semblables;
- l'étude de l'histoire et de la structure de l'Univers emploie le spectre électromagnétique complet.

Dans ce module, *les élèves acquerront* les **habiletés** et les **processus cognitifs** associés à la pratique des sciences, notamment :

- recueillir et enregistrer des données;
- analyser des données;
- relier, synthétiser et intégrer les données de leurs enquêtes scientifiques portant sur le spectre électromagnétique.

Les **rapports STS** de ce module serviront à illustrer :

- le fonctionnement de produits ou de processus fondé sur des principes scientifiques;
- l'effet réciproque qu'a l'avancement des sciences sur la technologie;
- les effets des besoins, des intérêts et de l'appui financier d'une société sur la recherche scientifique et technologique.

ATTITUDES

On encouragera les élèves à :

- reconnaître la nécessité de preuves empiriques dans l'interprétation des phénomènes observés;
- reconnaître la nécessité de communiquer avec exactitude et honnêteté toutes les preuves rassemblées au cours d'une enquête;
- apprécier les applications technologiques de la radiation électromagnétique;
- reconnaître comment la technologie des télécommunications peut recueillir de nouveaux renseignements au sujet de l'Univers;
- reconnaître le caractère restreint des preuves recueillies à l'aide de la technologie des télécommunications;
- reconnaître que les progrès en cours dans les télécommunications sont le résultat de l'interaction entre les sciences et la technologie;
- reconnaître la nécessité de prendre des précautions quand on travaille avec l'électricité.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
1. La théorie des champs est une des idées les plus importantes des sciences modernes.	• la théorie des champs explique l'action à distance, en se rappelant les connaissances acquises au Module 4, Sciences 20, sur $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$, et en : – définissant un champ comme la valeur d'une quantité en vertu de sa position; – comparant les champs scalaires et vectoriels (par exemple, la température comme une fonction de position et le champ électrique vectoriel comme une fonction de position); – décrivant les caractéristiques essentielles de tous les champs vectoriels : source, direction et force du champ, déterminées par un objet témoin; – comparant les champs gravitationnels, électriques et magnétiques en fonction de leurs caractéristiques essentielles.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :* • comprenant que le concept de champ explique l'action à distance, et décrivant, comparant et contrastant les champs scalaires, vectoriels, gravitationnels, électriques et magnétiques; et en comparant et contrastant les intéractions des charges électriques statiques et des pôles magnétiques, et faisant des diagrammes représentant les champs gravitationnels, électriques et magnétiques, dans le contexte :
- comparer l'interaction des charges électriques statiques et l'interaction des pôles magnétiques; - faire des diagrammes représentant les champs gravitationnels, magnétiques et électriques; - calculer la force du champ gravitationnel à une distance donnée d'une source; - calculer la force du champ électrique à une distance donnée d'une source et entre des plaques parallèles chargées.	- de décrire des exemples de champs rencontrés dans l'expérience quotidienne et de décrire, en termes généraux, des progrès scientifiques et/ou technologiques qui ont conduit à la mise au point de mécanismes comme le téléphone, le magnétophone et la photocopieuse; OU - tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
2. La théorie des champs peut servir à expliquer le fonctionnement de nombreux mécanismes électriques importants.	• la théorie des champs peut servir à expliquer le fonctionnement des mécanismes employés pour produire, transmettre et transformer l'énergie électrique, en se rappelant les connaissances acquises au Module 4, Sciences 10, sur E = Pt, et en : – décrivant les rapports entre courant, tension et résistance en utilisant la loi d'Ohm; – décrivant les rapports entre puissance, courant, tension et résistance; – comparant les circuits en parallèle et en série dans les installations domestiques; – distinguant entre le courant continu et le courant alternatif en fonction du mouvement des électrons et du champ électrique; – décrivant les avantages du courant alternatif par rapport au courant continu pour la transmission et l'emploi de l'énergie électrique; – décrivant comment les champs électriques peuvent produire des champs magnétiques et comment les champs magnétiques peuvent produire des champs électriques; – expliquant le fonctionnement d'un transformateur en fonction de champs électriques et magnétiques changeants.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant que le fonctionnement des technologies utilisées pour produire, transmettre et transformer l'énergie électrique peut être décrit et expliqué par la théorie des champs, et en appliquant la loi d'Ohm; et en construisant et analysant numériquement des circuits simples en série et en parallèle, et en étudiant les moteurs et les génératrices, et en étudiant empiriquement le fonctionnement d'un transformateur, dans le contexte :
– employer un modèle mécanique (collision) pour illustrer le courant électrique et la résistance dans les conducteurs;	– d'expliquer le fonctionnement des plombs, des disjoncteurs, des fiches polarisées et des fils de terre dans les installations domestiques en fonction des principes scientifiques de base et de la conception;
	OU
– calculer toute variable de l'équation $V = IR$, quand on connaît deux des trois variables;	– de décrire quelques applications actuelles de technologies, comme les électroaimants et les transformateurs pour résoudre des problèmes pratiques à la maison et à l'école;
	OU
– calculer toute variable de l'équation $P = VI$, quand on connaît deux des trois variables;	– de décrire le fonctionnement de la technologie utilisée pour mesurer l'énergie électrique domestique et d'expliquer comment on calcule le coût de l'énergie électrique;
	OU
– calculer toute variable de l'équation $P = I^2R$, quand on connaît deux des trois variables;	– de décrire la technologie actuelle pour employer l'électricité de façon plus productive (par exemple, bon rendement de l'éclairage, moteurs plus rentables), et de faire le lien entre ces développements technologiques et le besoin de protéger l'environnement et d'utiliser judicieusement les ressources naturelles;
– construire des circuits simples en série et en parallèle contenant jusqu'à trois résistances et mesurer le courant, la tension et la résistance;	OU
– étudier l'effet produit par un conducteur qui se déplace dans un champ magnétique;	– tout autre contexte pertinent.
– construire un moteur électrique simple;	
– comparer les moteurs électriques et les génératrices;	
– concevoir, faire et évaluer une étude des rapports entre le courant, la tension et le nombre de spires dans les enroulements primaire et secondaire du transformateur.	

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
3. Le spectre électromagnétique est une gamme continue d'ondes électromagnétiques ayant des caractéristiques spécifiques et des propriétés semblables.	• le spectre électromagnétique est une gamme continue d'ondes qui ont des caractéristiques particulières et des propriétés semblables, en se rappelant les connaissances acquises au Module 2, Sciences 20, sur les caractéristiques des ondes transversales, et en : – prédisant les effets que produit sur n'importe laquelle des variables qui restent le changement d'une variable ou d'une combinaison de variables dans la relation $v = f\lambda$; – expliquant que toute radiation électromagnétique est produite par l'accélération de particules chargées; – expliquant la propagation de la radiation électromagnétique en fonction de champs électriques et magnétiques perpendiculaires variant avec le temps, s'éloignant de leur source à la vitesse de la lumière; – décrivant l'étendue du spectre électromagnétique, depuis les ondes radio très longues à basse fréquence jusqu'aux rayons gamma très courts à haute fréquence, en passant par les ondes de la lumière visible, rayons infrarouges, les rayons ultraviolets, les rayons X et les micro-ondes; – comparant les diverses composantes du spectre électromagnétique en se basant sur la source, la fréquence, la longueur d'onde, l'énergie et l'effet sur le tissu vivant; – décrivant qualitativement les phénomènes de réflexion, réfraction et polarisation de la lumière visible; – comparant les caractéristiques de radiation de toute région du spectre électromagnétique avec celles de la lumière visible.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :* • comprenant que le spectre électromagnétique est continu avec des ondes ayant des caractéristiques spécifiques, quoique similaires; et expliquant la radiation électromagnétique et la propagation; et en étudiant la réflexion, la réfraction et la polarisation de la lumière visible; et traçant des diagrammes illustrant des ondes radio à modulation et des systèmes de communication radio, et en étudiant et expliquant, en termes généraux, la technologie de télédétection, dans le contexte :
– calculer toute variable dans l'équation $v = f \lambda$, étant donné deux des trois variables de fréquence, longueur d'onde et vitesse de la propagation électromagnétique; – faire et évaluer des expériences étudiant la réflexion et la réfraction de la lumière visible; – faire une expérience démontrant la réflexion interne totale; – faire une expérience démontrant la polarisation de la lumière visible; – tracer des diagrammes illustrant des ondes radio à modulation de fréquence et d'amplitude; – tracer des schémas de principe illustrant le rapport fonctionnel entre les composants d'un transmetteur radio AM, d'un simple récepteur radio et d'un système de communication à fibres optiques; – étudier et expliquer la technologie de télédétection utilisée pour étudier l'atmosphère et la surface de la Terre (par exemple, mouvement glaciaire, état des récoltes et dégâts forestiers).	– de décrire des exemples d'énergie électromagnétique naturelle et faite par l'homme; et d'évaluer l'impact de la technologie de la radiation électromagnétique sur les activités journalières et sur la qualité de la vie; OU – de faire des recherches et d'analyser en identifiant les suppositions, les attributs, les tendances, les demandes ou les raisons, la controverse actuelle sur les radiations électromagnétiques provenant des terminaux vidéo et des lignes de haute tension, et de supporter une conclusion si le problème existe ou non; OU – de décrire, en termes généraux, comment la technologie de la fibre optique est utilisée pour résoudre des problèmes dans les circuits téléphoniques et en médecine et d'expliquer, en termes généraux, l'emploi de la lumière visible dans les lasers et les vidéodisques; OU – de décrire, en fonction des principes scientifiques, des exemples de lumière polarisée rencontrés dans la vie quotidienne;

HABILETÉS	RAPPORTS STS
	(suite)
	OU
	- d'identifier des emplois médicaux et industriels des rayons gamma, des rayons X et de la lumière ultraviolette pour résoudre des problèmes pratiques et faire avancer la connaissance scientifique;
	OU
	- de décrire, en termes généraux, l'emploi des micro-ondes, des ondes radio et de la lumière infrarouge dans les communications et la technologie de télédétection pour résoudre des problèmes pratiques et faire avancer la connaissance scientifique;
	OU
	- tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
4. L'étude de l'histoire et de la structure de l'Univers emploie le spectre électromagnétique complet.	• l'énergie électromagnétique émise par les corps célestes est employée dans l'étude de l'histoire et de la structure de l'Univers, en : – expliquant que la fusion nucléaire dans le Soleil produit une vaste gamme de radiations électromagnétiques; – expliquant que les téléscopes sont conçus pour ramasser de l'information au sujet de l'univers en collectant autant de radiation électromagnétique que possible (par exemple, télescopes à réflexion, à réfraction, et les radiotélescopes); – décrivant comment l'atmosphère de la Terre absorbe certaines fréquences de radiation électromagnétique; – décrivant les conditions nécessaires pour produire des spectres de raies d'émission et d'absorption en fonction de la source lumineuse et de la température; – interprétant la composition d'objets ou de substances à partir des spectres d'émission ou d'absorption qu'ils produisent; – décrivant comment la température superficielle d'une étoile peut être estimée à partir de la distribution de l'énergie dans son spectre; – expliquant que le système solaire fait partie de la galaxie de la Voie lactée, qui n'est qu'une parmi les milliards de galaxies de l'Univers; – expliquant l'emploi de l'effet Doppler sur les raies spectrales pour mesurer la vitesse des étoiles éloignées; – décrivant la preuve empirique qui indique que l'Univers est en expansion; – décrivant la preuve empirique de l'évolution des étoiles et de l'existence de trous noirs; – comparant et contrastant la théorie du big bang et celle de la création continue, en spécifiant les preuves scientifiques à l'appui.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :* • comprenant que l'énergie électromagnétique émise par les corps célestes révèle la structure et l'histoire de l'Univers et décrivant comment la température et la composition d'objets peuvent être déterminées à partir de spectres; et expliquant et décrivant comment les preuves de l'effet Doppler indiquent la vitesse des étoiles et que l'Univers est en expansion; et en observant et décrivant différents spectres, à l'aide de grilles de diffraction, et étudiant et préparant un rapport sur la technologie des communications pour étudier l'Univers, dans le contexte :
- pour représenter les transformations nucléaires qui se produisent dans le Soleil, avec l'équation,	- de décrire, en fonction des principes scientifiques intervenant, le rôle de la couche d'ozone dans la filtration des radiations ultraviolettes; OU - de décrire, en termes généraux, les progrès technologiques qui permettent d'utiliser le spectre électromagnétique complet pour élargir notre connaissance de l'Univers; OU - de décrire, en termes généraux, et d'évaluer objectivement, le fonctionnement de téléscopes optiques et radio basés sur la Terre, de satellites et de sondes spatiales, et leurs rôles dans l'accumulation de preuves scientifiques sur la nature de l'Univers, et l'influence des besoins, des intérêts et de l'appui financier de la société sur la recherche scientifique et technologique; OU - d'expliquer comment l'étude des rayons cosmiques a fait avancer la connaissance scientifique et notre connaissance de l'Univers et de la structure de la matière; et d'évaluer, selon divers points de vue, le coût et les bienfaits de la recherche cosmologique; OU - de spéculer sur la façon dont l'Univers a commencé et pourrait finir, en reconnaissant le rôle central de la preuve dans l'accumulation de connaissances scientifiques, et ses limites dans le développement de théories; OU - tout autre contexte pertinent.
- observer le spectre continu de la lumière du soleil en utilisant un prisme ou une grille de diffraction;	
- observer les spectres de lignes en utilisant une grille de diffraction;	
- observer et décrire les changements de couleur à mesure que la température d'un objet incandescent augmente;	
- faire une recherche et préparer un rapport sur l'utilité de la technologie de communication par satellite dans la réception et la transmission de l'information employée pour étudier l'Univers;	
- employer les unités astronomiques (AU), et les années-lumière pour exprimer les distances astronomiques;	
- estimer l'âge de l'Univers sur le principe des taux actuels d'expansion.	

MODULE 4 : L'ÉNERGIE ET L'ENVIRONNEMENT

VUE GÉNÉRALE

Thèmes scientifiques : *Énergie* et *Systèmes*

Dans le Module 4, les élèves explorent le potentiel d'une vaste gamme de sources d'*énergie* renouvelable et non renouvelable pour subvenir aux besoins planétaires d'*énergie*. Quand on considère les mérites des *sources* d'énergie de substitution, le principe directeur majeur est que la demande planétaire d'*énergie* doit être conciliée avec la nécessité d'un *écosystème* planétaire viable.

Ce module fait suite aux concepts d'*énergie* et de *systèmes* abordés en Sciences 10, dans le Module 1 : L'énergie solaire, et le Module 4 : L'énergie et les transformations; en Sciences 20, dans le Module 1 : La Terre en transformation perpétuelle, le Module 2 : Les transformations dans les systèmes vivants, et le Module 3 : Transformations chimiques.

Les quatre **concepts majeurs** élaborés dans ce module sont :

- la demande planétaire d'*énergie* doit être conciliée avec la nécessité de maintenir un écosystème planétaire viable;
- le Soleil est la principale source d'*énergie* de la Terre;
- la masse se convertit en *énergie* dans les réactions nucléaires;
- l'interaction des champs gravitationnels de la Lune et de la Terre est la source de l'*énergie* marémotrice.

Dans ce module, *les élèves acquerront* les **habiletés** et les **processus cognitifs** associés à la pratique des sciences, notamment :

- organiser et communiquer des données;
- analyser des données;
- relier, synthétiser et intégrer les données de leurs enquêtes sur l'*énergie* et l'environnement;
- évaluer les processus utilisés dans leurs enquêtes scientifiques portant sur l'*énergie* et l'environnement.

Les **rapports STS** de ce module serviront à illustrer :

- le fonctionnement de produits ou de processus fondé sur des principes scientifiques;
- l'utilisation de la technologie pour résoudre des problèmes pratiques;
- l'habileté et la responsabilité qu'a la société, au moyen des sciences et de la technologie, de protéger l'environnement et d'utiliser judicieusement ses ressources naturelles afin d'assurer une qualité de vie pour les générations à venir.

ATTITUDES

On encouragera les élèves à :

- reconnaître l'unité des sciences grâce à l'application des principes de biologie, chimie, physique et des sciences de la terre à l'étude de l'*énergie* et de l'environnement;
- reconnaître la nécessité de concilier la demande planétaire d'*énergie* avec la nécessité de maintenir un *écosystème* planétaire viable;
- se soucier de l'utilisation efficace et de la conservation des ressources *énergétiques* à l'échelle planétaire et locale;
- reconnaître que les questions liées à l'*énergie* et à l'environnement comportent le support mutuel entre les sciences, la technologie et la société;
- faire preuve d'ouverture d'esprit quand ils considèrent les mérites des sources d'*énergie* de substitution;
- considérer toutes les preuves possibles dans l'évaluation des sources d'*énergie* de substitution;

- acquérir une attitude interrogatrice quant à l'impact environnemental des *sources* d'énergie actuelles et futures.

Sciences 20 - 30 (Sec. 2e cycle) /90
(Provisoire 1994) LSB : Octobre 1994

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
1. La demande planétaire d'*énergie* doit être conciliée avec la nécessité de maintenir une biosphère viable.	• les demandes d'énergie planétaire doivent être liées avec le maintien d'une biosphère viable, en : – décrivant la croissance exponentielle de la consommation planétaire d'énergie; – expliquant l'importance d'un emploi plus efficace de l'énergie dans une stratégie planétaire d'énergie; – expliquant le terme «développement supportable»; – décrivant l'impact environnemental de l'exploitation de diverses sources d'énergie (par exemple, le forage en mer, l'énergie éolienne et la fission nucléaire); – identifiant des sources d'énergie renouvelables qui ont le potentiel de subvenir à une plus grande part des besoins d'énergie planétaires.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant et expliquant que les demandes croissantes en matière d'énergie planétaire doivent être conciliées avec le besoin de maintenir une biosphère viable en fonction de l'utilisation efficace d'énergie, des sources d'énergie renouvelable, du développement supportable et de l'impact environnemental; et en analysant et interprétant des graphiques de conservation dénergie, et en faisant des recherches et des calculs se rapportant à l'efficacité, dans le contexte :
– interpréter les graphiques de la consommation d'énergie courante et projetée; – analyser la consommation d'énergie par divers secteurs (par exemple, métallurgie, pétrochimie, pâte à papier et transport); – concevoir et construire un chauffe-eau et en calculer l'efficacité; – faire le lien entre croissance exponentielle et demi-vie.	– d'évaluer pour la biosphère les conséquences de la dépense d'énergie par habitant au Canada et d'identifier et d'évaluer des moyens y compris la technologie récente d'employer l'énergie plus efficacement au foyer, dans les gros édifices et dans la communauté, pour protéger la biosphère, donc en même temps assurer une qualité de vie pour les générations futures; OU – d'évaluer l'impact environnemental d'une source primaire d'énergie locale, comme une puissance hydroélectrique, une centrale qui marche au charbon, et leur effet sur la qualité de vie des générations futures; OU – tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
2. Le Soleil est la principale source d'*énergie* de la Terre.	• le Soleil est la principale source d'énergie de la Terre, en élaborant, à partir du Module 1, Sciences 10, leurs connaissances du rôle du Soleil dans la photosynthèse et les conditions atmosphériques, et en : - indiquant quelle proportion de la radiation solaire frappant la Terre crée le vent, engendre le cycle de l'eau et est à l'origine de la photosynthèse; - décrivant la conversion de l'énergie solaire rayonnante en énergie thermique et électrique; - expliquant comment la puissance du vent et de l'eau a son origine dans le Soleil; - expliquant comment l'énergie accumulée dans les combustibles fossiles a son origine dans le Soleil; - utilisant les chaleurs de formation et la loi de Hess pour prédire les chaleurs de combustion de différents combustibles; - comparant la respiration cellulaire à la combustion des combustibles.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant et expliquant comment la radiation solaire est à l'origine de la photosynthèse, crée les combustibles fossiles, engendre la puissance du vent et de l'eau; et comment l'énergie solaire rayonnante est convertie en d'autres formes; et en étudiant la combustion des combustibles et la respiration cellulaire; et en concevant, faisant et évaluant des expériences pour comparer différentes façons de convertir l'énergie, dans le contexte :
– tirer des analogies entre le chauffage de la Terre par le Soleil comme système fermé et le chauffage d'une maison par le Soleil comme système fermé;	– de comparer et contraster la technologie ancienne et moderne pour exploiter directement l'énergie solaire, en fonction des principes scientifiques;
	OU
– comparer graphiquement le potentiel commercial de diverses sources d'énergie renouvelable (par exemple, l'énergie solaire, l'énergie éolienne, l'énergie hydraulique et la biomasse);	– d'analyser le fonctionnement de technologies de chauffage «actif» et «passif» à l'énergie solaire en fonction de principes scientifiques, les contraintes de conception pour construire des bâtiments chauffés à l'énergie solaire comme des maisons ou des écoles; et d'évaluer des moyens par lesquels le chauffage à l'énergie solaire peut être utilisé pour diminuer les coûts de chauffage;
– concevoir, faire et évaluer une expérience pour examiner les facteurs influençant la puissance de sortie d'un appareil de conversion d'énergie (par exemple, un capteur solaire, une cellule photovoltaïque, ou un brûleur de combustible fossile).	OU
	– de décrire la nouvelle technologie pour exploiter l'énergie du vent, de l'eau et de la biomasse;
	OU
	– de décrire l'habileté et la responsabilité qu'a la société, au moyen des sciences et de la technologie, de protéger l'environnement et d'utiliser judicieusement ses ressources naturelles pour assurer une qualité de vie pour les générations à venir (par exemple, le développement commercial de sources d'énergie renouvelable et non renouvelable;
	OU
	– tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
3. La masse se convertit en *énergie* dans les réactions nucléaires.	• la masse se convertit en énergie dans les réactions nucléaires, en se rappelant les connaissances acquises au Module 3, Sciences 30, sur les processus nucléaires se produisant dans le Soleil, et en : – appliquant quantitativement l'équivalence masse/énergie à la réaction de fusion et de fission (par exemple, $E = \Delta mc^2$); – décrivant l'état actuel de la recherche sur la fusion; – expliquant la différence entre les réactions de fission et de fusion; – décrivant le fonctionnement d'un réacteur nucléaire (fission) comme le CANDU; – comparant quantitativement l'énergie produite par les transformations nucléaires, chimiques et les changements de phase.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :* • comprenant et expliquant la différence entre les réactions de fission et de fusion, décrivant les différents endroits où elles se produisent, et comparant les transformations nucléaires, chimiques et les changements de phase; et en analysant les technologies utilisées pour exploiter l'énergie nucléaire et géothermique, dans le contexte :
- observer les preuves de la désintégration radioactive dans une chambre à sublimation; - écrire des équations simples pour représenter les réactions nucléaires et pour montrer la conservation des nucléons; - appliquer, en termes quantitatifs, l'équivalence masse/énergie aux réactions de fission et de fusion; - comparer les centrales électriques conventionnelles et nucléaires; - représenter schématiquement l'entrée d'énergie, la conversion de celle-ci et sa libération dans un réacteur nucléaire; - faire une analyse risques/bénéfices de différents points de vue, de l'une des suivantes : - centrale nucléaire - centrale géothermique - centrale à combustible fossile - centrale hydroélectrique - centrale éolienne.	- de débattre si on repond aux besoins et aux intérêts de la societe en utilisant les fonds publics pour la recherche sur la fusion; OU - d'analyser les risques et les avantages de l'énergie nucléaire en vue de satisfaire les besoins de la société, de protéger l'environnement et d'utiliser judicieusement les ressources naturelles; OU - d'expliquer, en fonction de principes scientifiques, le lien entre l'énergie nucléaire et les stations de sources chaudes dans les Rocheuses canadiennes; OU - de décrire, en termes généraux, le fonctionnement de technologies conçues pour exploiter l'énergie géothermique; OU - tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
4. L'interaction des champs gravitationnels du Soleil, de la Lune et de la Terre est la source de l'*énergie* marémotrice.	• l'interaction des champs gravitationnels du Soleil, de la Lune et de la Terre est la source de l'énergie marémotrice, en : – expliquant la source des marées en fonction de la loi de la gravitation universelle de Newton et du mouvement relatif du Soleil, de la Lune et de la Terre; – decrivant les transformations d'énergie intervenant dans la conversion de l'énergie marémotrice en énergie électrique.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant et expliquant que la source de l'énergie marémotrice est l'intéraction des champs gravitationnels du Soleil, de la Lune et de la Terre, décrivant la transformation de l'énergie marémotrice en énergie electrique, et en comparant et contrastant la force marémotrice avec la force hydroelectrique, dans le contexte :
– employer les ressources de la bibliothèque pour faire des recherches sur le potentiel de la force marémotrice;	– de décrire le fonctionnement de la technologie nécessaire pour exploiter les marées de la baie de Fundy et d'analyser les risques et les avantages de construire des centrales marémotrices en vue de satisfaire les besoins de la société, de protéger l'environnement et d'utiliser judicieusement les ressources naturelles;
– comparer la force marémotrice avec la force hydroélectrique.	OU
	– tout autre contexte pertinent.

D. RESSOURCES DE BASE

SCIENCES 20 ET SCIENCES 30

Aucune ressource de base n'a été identifiée pour le programme «Sciences 20 - 30»

Printed by
Learning Resources
Distributing Centre
Production Division
Barrhead, Alberta
Canada, T7N 1P4
"Teaching Students is What We're About"

BEST COPY AVAILABLE